الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي
جامعة تشرين
كلية الآداب والعلوم الإنسانية
قسم الجغرافية



تغيرات خط الشاطئ في سورية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

رسالة أعدت لنيل درجة الماجستير في الجغرافية الطبيعية

إعداد الطالبة

ميرنا علي شباط

بإشراف

الدكتورة
جوليت سلوم

الأستاذ الدكتور
بهجت محمد

العام 2017-2018

SYRIAN ARAB REPUBLIC
Tishreen university
Faculty of Arts and Humanities
Department of Geography



الجمهورية العربية السورية
جامعة تشرين
كلية الآداب والعلوم الإنسانية
قسم الجغرافية

قرار لجنة الحكم بشأن البحث المقدم من الطالبة ميرنا علي شباط

لنيل درجة الماجستير في الجغرافية الطبيعية

اجتمعت لجنة الحكم على رسالة الماجستير للطالبة **ميرنا علي شباط** والمشكلة بقرار مجلس البحث العلمي والدراسات العليا ذي الرقم /**1859**/ المتخذ بالجلسة رقم /**22** / تاريخ**18** / **7** / **2018** والمؤلفة من السادة :

الدكتورة	جوليت سلوم	عضواً ومشرفا
الدكتورة	تركية المصطفى	عضواً
الدكتور	عبد الكريم حليمة	عضواً

وناقشت الطالبة **ميرنا علي شباط** في بحثها ذي العنوان:

/ تغيرات خط الشاطئ في سورية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية/

وتوصلت اللجنة بعد المداولة إلى ما يلي :

- منح الطالبة **ميرنا علي شباط** درجة الماجستير في الجغرافية الطبيعية بعلاقة قدرها (٩٤) اربع وتسعون درجة فقط على مناقشة الرسالة بعد إجراء التعديلات المطلوبة.

- رفع هذا القرار إلى المجالس المختصة لمنح الطالبة **ميرنا علي شباط** الدرجة المذكورة واستصدار القرارات اللازمة التي تمكنها من الاستفادة من حقوق هذه الدرجة وفق الأصول.

الخميس في /26/ ذو الحجة/1439 هـ
الموافق 2018/9/6م

عضو لجنة الحكم	عضو لجنة الحكم	عضو لجنة الحكم (المشرف)
تركية المصطفى	الدكتور عبد الكريم حليمة	الدكتورة جوليت سلوم

TISHREEN NIVERSITY

FACULTY OF ART ND HUMANITY

GEOGRAPHY DEPARTMENT



جامعة تشرين

كلية الآداب والعلوم الإنسانية

قسم الجغرافيا

شهادة

نشهد بأنَ العمل الموصوف في هذه الرسالة **"تغيرات خط الشاطئ في سورية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية"** هو نتيجة بحث علمي قامت به طالبة الدراسات العليا **ميرنا علي شباط** بإشراف الدكتورة **جولييت سلوم** (الأستاذ المساعد في قسم الجغرافية في كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية)، والدكتور بهجت محمد مشرف مشارك (الأستاذ في قسم الجغرافيا، كلية الآداب العلوم الإنسانية، جامعة دمشق، دمشق، سورية) وأن أي مرجع ورد في هذه الرسالة موثق في النص.

المرشحة

ميرنا علي شباط

بإشراف

د. جولييت سلوم

تاريخ: 2018/9/6

CERTIFICATION

It is hereby certified that, the work described in this thesis " **THE SHORELINE CHANGES IN SYRIA USING GIOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM (GIS)"** is the results of Postgraduate Student **Mirna Ali Sebat** own investigations ander the supervision of **Dr.Juliet Salloum** (Assistant Professor- Department of Geography-Faculty of Arts and Humanities- Tishreen University, Lattakia, Syria), and **Dr. Bahjat Mohamad** (Professor- Department of Geography- Faculty of Arts and Humanities- Damascus University - Damascus- Syria) and any reference of other researchers work has been duly acknowledged in the text.

Candidate

Mirna Ali Sebat

Supervisors

Dr.Juliet Salloum

Date:6/9/2018

TISHREEN NIVERSITY

FACULTY OF ART ND HUMANITY

GEOGRAPHY DEPARTMENT



جامعة تشرين

كلية الآداب والعلوم الإنسانية

قسم الجغرافيا

تصريح

أصرح بأنَ هذا البحث: **(تغيرات خط الشاطئ في سورية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية)** لم يسبق أن قبل للحصول على أي شهادة، وهو غير مقدم حالياً للحصول على شهادة أخرى.

المرشحة

ميرنا علي شباط

تاريخ: 2018/9/6

DECLARATION

This is to declare that, this work : **(THE SHORELINE CHANGES IN SYRIA USING GIOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM (GIS))** has not been being submitted concurrently for any other degree.

Candidate

Mirna Ali Sebat

Date:6/9/2018

TISHREEN NIVERSITY

FACULTY OF ART ND HUMANITY

GEOGRAPHY DEPARTMENT



جامعة تشرين

كلية الآداب والعلوم الإنسانية

قسم الجغرافيا

قدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات نيل درجة الماجستير في قسم الجغرافية بكلية الآداب والعلوم الإنسانية في جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

This thesis has been submitted as a partial fulfillment of the requirement for the degree of Master in Department of Geography, Faculty of arts & Humanities, University of Tishreen, Lattakia, Syria.

شكر وتقدير

أتقدم بجزيل الشكر والتقدير لجامعة تشرين بأساتذتها وإدارييها لإتاحة الفرصة لي لإتمام هـــــذه الدراسة، كما أتقدم بجزيل الشكر والتقدير لكافة الأساتذة والمدرسين في قسم الجغرافية جامعة تشرين، الذين أعتبرهـــم المثل الأعلى والقدوة لما قدموه من عون ونصيحة، وأخص بالذكر رئيس القسم الدكتور جلال خضرة.

والشكر كل الشكر إلى أساتذتي الأفاضل الذين قدموا لي كل العون والرعاية لإتمام عملي هــذا، وكانوا لي المثل والقدوة في التواضع والكرم، وكانوا أيضا المحفز والميّسر والمشرف في هذا البحث.

فالشكر الكبير والامتنان الكثير للدكتورة جولييت سلوم، التـي مهما قدمت لها من عبارات الشكر والامتنان فسأكون مقصرة معها لما زودتنـي به من معرفة علمية، وماقدمتـــه من كتب ومراجع وأبحاث ومشـــورة ونصـــح .إليك كل التقديرلصبرك الجميل ومتابعتك الدؤوبة ولك كل المحبة لأنك استطعت الجمع بين الصرامة الأكاديمية والجدية في العمل وبين عطف الأخت وخوفها، لتترك بـاب العلـم أمـامي مفتوحـاً للاستفسـار والمناقشـة كي لا يتحول بحثي هـذا إلى مجرد تكرار أو نسخ لمعلومات سابقة ، كنت السند والأخت والدعم والعون

والشكر والتقدير إلى الأستاذ الدكتور بهجـــــت محمد، لما قدمه لي من النصح والإرشاد لأكون على الطريق الصحيح في هذا البحث العلمي، لك مني كل التقدير لملاحظاتك وآرائك السديدة التي أفدت منها الكثير، والذي لطالما سألني هل انتهيت.

وللأستاذ الفاضل الدكتورعبد الكريم حليمة كل الاحترام والتقدير الذي لم يبخل علي بعلمه ومعرفته وزودني بكل ما احتجته من نصائح وارشادات وكان عوناً لي خلال رسالتي وكان الأب الروحي الذي وضع كل مكتبته وكل مايمكن أن يفيدني في بحثي بين يدي ، لايمكن إلا أن نتمنى لك الصحة وراحة البال .

كما أتقدم بشكري للدكتورة تركية المصطفى التي بذلت معي في المراحل الأولى للبحث جهداً كبيراً دل على أخلاق وممارسات أكاديمية راقية تركت لاشك أثراً ايجابياً بالغاً ومستداماً.

كما أتقدم بالشكر لعائلتي الحبيبة التي قدمت لي كل الإمكانات والدعم لإتمام بحثي هذا، وكانت السند لي في كافة مراحله إلى أبي سندي الذي مدني بالقوة والإيمان إلى أمي التي رافقتني بكلمة طيبة وكانت مصدر طاقتي وهناي ، إلى زوجي الغالي ، الذي قدم لي كل الدعم، وكان معي خطوة بخطوة لإنجاز هذا البحث وكل الاحترام لوالدته التي كانت أم ثانية لي بكل ماتعنيه الكلمة من معنى.

والشكر والتقدير لكافـــــــة الأشخاص والمؤسسات والأصدقاء الذين قدموا المساعدة والعون لتأمين البيانات اللازمة في مديريات الجيولوجية والهيئـــــة العامة للاستشعار عن بعد ومحطة الأرصاد الجوية ومعهد البحوث البحرية ،وكافة الجهات التي ساعدت لإتمام هذا البحث.

ميرنا شباط

الملخص

التآكل الساحلي هو مصدر قلق متزايد حول العالم، فعندما يتحرك الشاطئ إلى اليابسة، يصبح التآكل الساحلي مشكلة خطيرة ويجب حساب معدل التغيير، لمراقبة التغيرات الساحلية ، استخدمت هذه الدراسة نظام تحليل الشواطئ الرقمية (DSAS) ، وهو امتداد لبرنامج ArcGIS10.3 الذي طورته USUG هيئة المسح الجيولوجي للولايات المتحدة الأمريكية .

استخدمت عدة طرق إحصائية لحساب معدل تغير الخط الساحلي مع حساب معدل نقطة النهاية (EPR) الأكثر استخداماً.

حسابات ERP هي ببساطة المعدلات المحددة على أساس التغيرات في الموضع بين أقدم وأحدث خط شاطئي لمجموعة البيانات المعينة.

يبين تحليل نظم المعلومات الجغرافية للفترة (1958-2010) أن الشاطئ كان يتراجع بشكل عام في معظم أجزائه ليصل إلى أعلى نقطة له في مصب النهر الكبير الشمالي.

إن إجمالي المقاطع التي تم بناؤها في مصب النهر الكبير الشمالي لها قيم أقل من الصفر (أي أن التراجع يظهر بأعلى معدل له حوالي 90 م) و بأقصى هامش للخطأ (±0.19م) ، على الرغم من وجوب الترسيب في هذه المنطقة ، خاصة بعد بناء سد 16 تشرين 1985 ، تم تقليل كمية الرواسب التي كانت تصل إلى البحر ليحصل خلل في التوازن ويسود الحت .

في حين أن خطوط المقاطع التي لها قيم موجبة أعلى من الصفر (أي عروض متقدمة لأعلى درجة في منطقة أرض الفيض).

تُظهر قيمة(EPR=1.81) تقدم خط الشاطئ وتظهر المقاطع العرضية في تدرجات اللون الأحمر للإشارة إلى الترسيب.

قدمت الدراسة الحالية منظوراً جديداً حول طرق دراسة تغيرات خط الشاطئ ضمن فاصل زمني يتراوح من ساعات إلى سنوات.

في الآونة الأخيرة ، ثبت أن تكامل أحدث تقنيات الاستشعار عن بعد مع نظام المعلومات الجغرافية (GIS) هو نهج مفيد للغاية لدراسات التغيرات الساحلية.

الكلمات المفتاحية: الخط الشاطئي ، التراجع ، التقدم ، الترسيب ، التآكل ، نظم المعلومات الجغرافية، نظام DSAS، EPR.

Abstract

Coastal erosion is of growing concern around the world, when the shoreline moves landward, coastal erosion becomes a serious problem and the rate of change has to be calculated, to monitor shoreline changes this study has been used digital shoreline analysis system (DSAS), which is an extension for Arc GIS 10.3 software developed by USUG.

Several statistical methods are used to calculate the shoreline change rate with the most commonly used being end point rate (EPR) calculations.

EPR calculations are simply the rates determined based on the changes in position between the oldest and the most recent shoreline a given dataset.

The GIS analysis for the period (1958-2010) shows that shoreline was generally retreating in the most of its parts reaching its highest point in the Al Kabir-Al Shamali river estuary .

A total of transects built in the Al Kabir-Al Shamali river estuary have values less than zero (i.e. retreat shows the highest retreating rate almost 90 m) and outside of the error margin (± 0.19 m), although sedimentation is required in this area, especially after that construction of the dam 16 October 1985, the amount of sediments that were reaching the sea was reduced to get unbalanced and erosion is predominant .

While the transect lines which have positive values higher than zero (i.e. advance shows of the highest degree in the Alfaid land region) .

The value of EPR (+1.81) shows the advanced shoreline and the transects are shown in gradients close to the red to indicate sedimentation.

The study present has provided a new perspective on the methods for studying shoreline variability on a time scale ranging from hours to years.

In recent time , the integration of latest techniques of remote sensing with geographical information system (GIS)has been proven to be an extremely useful approach for the shoreline changes studies.

Key words: shoreline, retreat, advance , sedimentation, erosion, GIS, DSAS, EPR.

قائمة المحتويات:

قائمة الجداول :

قائمة الخرائط :

قائمة الصور :

قائمة الأشكال :

المقدمة :

تمثل السواحل جبهة صراع تنجم عنها أشكالاً جيومورفولوجية متنوعة بين بيئتين مختلفتين هما البيئة البحرية والبيئة القارية، ولكل دفاعاته ووسائل هجومه ؛ لتعمل الأمواج وباقي حركات المياه البحرية والمحيطية من مد وجزر وتيارات مائية على حت السواحل فتنقص مساحة اليابسة وتزداد مساحة البحار، ليقابل ذلك تعويضاً ترسيبياً تقوم به أيضاً اليابسة عن طريق طرح حمولة أنهارها في مناطق الدلتاوات والمرواح الفيضية أو تصلب المهل عند السواحل القريبة من البراكين ،وكذلك تفعل الأمواج والتيارات البحرية على السواحل حيث تنشر ماتقوم بحته من السواحل على الشواطئ ، وقد تنهض الأرض فينشأ يابس جديد بانحسار مياه البحر عنه ، أو تخسف فتغرق بغمر مياه البحر لها ،مما يعقّد المشهد التضريسي تاريخياً .

تعد السواحل من أكثر البيئات تغيراً وتبدلاً في العالم وغنى بأشكال الأرض، فهي منتج للتفاعلات مابين المدخلات الرئيسة للطاقة وطبوغرافية الشاطئ الموضعية ؛ لذلك يعد فهم تغيرات خط الشاطئ اليوم قضية حاسمة في الدراسات الجغرافية الساحلية **التي نعني بها التقدم والتراجع الذي يصيب خط الشاطئ خلال فاصل زمني يمتد من ساعات حتى سنين.** فاختلاف أشكال الشواطئ وكثرة أنواعها يجعلها أماكن معقدة ، لأنها في حالة تغير مستمر تحت وطأة الكثير من العوامل الطبيعية المتعلقة باختلاف أنواع الصخور، وحجم واتجاه الأمواج والتيارات وتكرار العواصف، ومدى تغير مستوى سطح البحر بالإضافة للعوامل التكتونية والتطورات البشرية الصنعية ، وذلك لا يتم ملاحظته في نظرة عابرة، بل يحتاج لعشرات ومئات السنين أحياناً .

وفي غضون خمسين عاماً يمكن ملاحظة ذلك بوضوح ،لذلك من المهم جداً تسجيل ومراقبة تغيرات خط الشاطئ بشكل مستمر وبأحدث التقانات لوضع تصور دائم ينسجم مع الخطط والمشاريع المستقبلية لتطوير المنطقة .

الفصل الأول

منهجية البحث

1-1- أهمية البحث وضرورته :

- تأتي أهمية البحث من كون المنطقة الساحلية يقيم بها أكثر من 11% من مجموع السكان في سورية، وتسهم ب12 % من إجمالي الناتج الوطني، وتعد سلة غذاء خصوصاً للزراعات المحمية وبساتين الفواكه، وتسهم بما يقارب 38 % من إنتاج الإسمنت الوطني و50% من تكرير النفط في البلاد، حيث تقع هذه المؤسسات بمحاذاة الشاطئ[1]، وهذا يتطلب : دراسة تغيرات خط الشاطئ دراسة متخصصة، حيث إنَّ علم الجيوموفولوجيا يقوم بدراسة أشكال سطح الأرض الناتجة عن العوامل والعمليات الجيومورفولوجية ، فدراسة التغيرات التي طرأت على السواحل أمر في غاية الأهمية لما يحمله من أثر سلبي على الاستخدامات البشرية في المنطقة المدروسة.
- إغناء المادة العلمية الخاصة بالجيومورفولوجيا بمجموعة من الطرائق الجديدة لدراسة تغيرات خط الشاطئ ضمن نطاق زمني محدد، حيث من الضروري تكامل التقنيات الحديثة والاستشعار عن بعد مع نظام المعلومات الجغرافي GIS، لتحليل تغيرات خط الشاطئ وعلاقتها بارتفاع مستوى سطح البحر ، علماً أن تغيرات خط الشاطئ يمكن أن تستخدم كأفضل المؤشرات للدلالة على التغيرات الساحلية المحتملة ووصف التعرية الساحلية في المنطقة المدروسة.
- تعد التعرية الساحلية مصدر قلق متزايد حول العالم لما لها من آثار اقتصادية على السياحة الساحلية ، وبسبب الفواصل الطبيعية والمنشآت البشرية لخط الشاطئ كالمجاري المائية والسدود والموانئ، كان لابد من دراسة هذه التغيرات الديناميكية خلال الفترات الزمنية الماضية ومقارنتها مع الحالية
- كما أن دراسة التغيرات التي طرأت على الساحل السوري أمر في غاية الأهمية لوضع تصور عما يجري، وما يمكن القيام به من حماية و إدارة للمناطق الشاطئية في ضوء المعطيات الحالية و المستجدة و المتوقعة .

[1] محمد عيدو ، تأثير تغير المناخ المتوقع على الساحل السوري ،مشروع إعداد البلاغ الوطني الأول للتغيرات المناخية ، حزيران 2008، ص3

1-2- الهدف من البحث:

يهدف هذا البحث إلى :

- تحديد أثر العوامل الطبيعية من بنية وتكتونيك ودرجة انحدار ومقاومة حتية على خط الشاطئ، وإنشاء شريحة لخط الشاطئ بدقة عالية يتم اعتمادها كأساس للدراسة.
- تحديد مناطق التقدم والتراجع في خط الشاطئ مابين عامي 2010-1958، واختيار المناطق الأنسب للدراسة ، واستخدام مؤشر [End Point Rate] EPR لقياس معدل التغير وتحديد المناطق التي حصل بها تراجع لخط الشاطئ والمناطق التي حصل فيها تقدم اليابسة على حساب البحر بسبب عوامل طبيعية أو بشرية.
- تحديد المناطق الأكثر حساسية للتغيرات المحتملة في الشريط الساحلي نتيجة لارتفاع منسوب مياه البحر، ورسم خريطة تحدد أماكن الخطر في الساحل السوري والمعرضة للغمر، وتحديد الأماكن الأقل خطورة للغمر، واقتراح أساليب للحد من أخطار هذه التغيرات .
- استقراء تغيرات تاريخية و مستقبلية لخط الشاطئ من خلال مراقبة المصاطب تحت بحرية ووضع سيناريو لذلك .
- التحليل والتفسير البصري باستخدام تقنيات GIS والاستشعار عن بعد لتغيرات خط الشاطئ لفهم وتحديد رموز العملية الساحلية وإدارة المنطقة الساحلية .

1-3-الواقع الجغرافي:

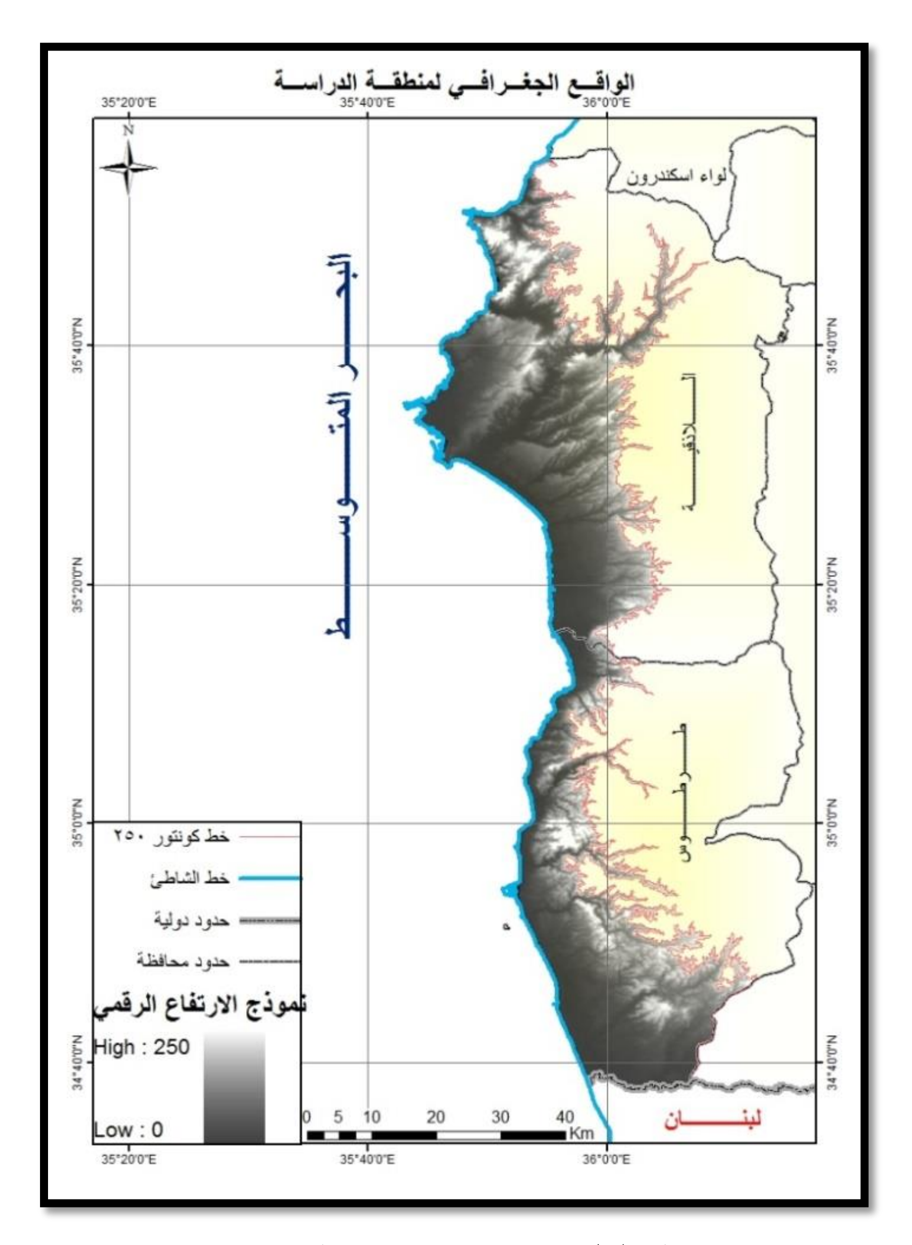
يتناول الواقع الجغرافي مسألتين:

أ- الموقع الفلكي: يعد الموقع الفلكي أحد أهم الأسباب الرئيسة في حدوث الاختلافات والتباينات الحرارية للأماكن المختلفة على سطح الأرض، يقع الشاطئ السوري بين درجتي عرض ′34°.31 و′35°.37 شمال دائرة الاستواء وخطي طول ´36°.13 و ´35°.43 شرق غرينتش، حتى خط الارتفاع 250m شرقاً ؛ إذ ظهرت الرواسب البحرية في التشكيلات الجيولوجية عند هذا الارتفاع (250 متراً شرق جبلة [1]) .

---

[1] محمد سعيد البارودي ، منطقة الساحل السوري (دراسة جيومورفولوجية) ،اطروحة دكتوراه ، جامعة عين شمس ،القاهرة 1984 ص21

ب- الموضـع: يمتـد مـن رأس البسـيط "البدروسـية" عنـد مخفـر السـمرة شـمالاً، حتـى نهايـة محافظــة طرطــوس "العريضــة" علــى الحــدود اللبنانيــة جنوبــاً بطــول 183km، منهــا 93km لســاحل محافظـــة اللاذقيـــة و90km لســـاحل محافظـــة طرطـــوس ؛ علمـــاً أن هــذا الطــول **183km** لا يشــمل تعرجــات خــط الشــاطئ، ويمثــل امتــداد خطــوط الأســاس فقـط ؛ وهـي مجموعـة الخطـوط الوهميـة العاديـة، أوالمسـتقيمة المتصـلة التـي تصـل بـين أقصـى النقـاط الواقعـة علـى الحـد الأدنـى للجـزر باتجـاه البحـر التـي تفصـل الميـاه الداخليـة عـن البحـر الإقليمـي، ويبـدأ منهـا قيـاس عـرض الميـاه الإقليميـة مـع الأخــذ بأهميــة المبــدأ الــدولي للميــاه الداخليــة ليبلــغ طــول الشــريط الســاحلي اليــوم **202.3km** ،منهـا **106.4km**فـي القسـم الشـمالي بـدءاً مـن منطقـة السـمرا شـمالاً حتــى منطقــة جبلــة جنوبــاً، و**95.9km** فــي القســم الجنــوبي بــدءاً مــن جبلــة حتــى الحـدود اللبنانيـة. وتمتـد الميـاه الإقليميـة حتـى 12 مـيلاً بحريـاً، أمـا الرصـيف القـاري فهـو رصـيف محـدود إذ يبلـغ حـوالي 8km عرضـاً فـي أوسـع مناطقـه وغيـر متـدرج الأعماق، ويلي الرصيف انحدار جرفي سحيق يصل إلى 1000m.



خريطة (1): الواقع الجغرافي لمنطقة الدراسة

المصدر : من إعداد الطالبة بالاعتماد على الصورة الفضائية بقدرة تمييز 1m

1-4-مشكلة البحث (تساؤلات البحث):

إن تراجع خط الشاطئ أي تقدمه باتجاه اليابسة يجعل من التعرية الساحلية مشكلة جدية تحتم التفكير في حساب معدل التراجع واستخدامه كمؤشر للتغيرات الساحلية المحتملة ، ولحل هذه المشكلات الساحلية يجب القيام بعدة دراسات واستخدام تقنيات حديثة لمراقبة خط الشاطئ، وتحديد التغيرات المورفولوجية التي تحدث للخطوط الساحلية .

وعليه فالتساؤلات التي سيجيب عنها البحث هي :

1. أيّ الحركات المائية هي الأكثر تأثيراً على الساحل السوري (الأمواج –المد والجزر – التيارات)؟.

2. هل للصخر ونوعيته ودرجة مقاومته أثر في اختلاف شدة هذه الحركات، وهل للصدوع والفوالق أثر في تشكيل بعض الرؤوس والخلجان في توجيه خط الشاطئ؟ .
3. هل يمكن تحديد العلاقة بين تغيرات خط الشاطئ وتغيرات مستوى سطح البحر؟ .
4. هل يمكن رصد هذه التغيرات الشاطئية باستخدام التقنيات الحديثة وتفسيرها، وتحديد معدل التغير لفهم وإدارة المنطقة الساحلية؟.

1-5-فرضيات البحث:

1. إنّ الحركات المائية ذات تأثير واضح على المورفولوجية الشاطئية ، وإنّ الأمواج هي القوة الرئيسة لمعظم التغيرات التي تحدث على الشاطئ.
2. إنّ لنوعية الصخر دوراً كبيراً في تحديد أثر تلك الحركات على الشاطئ وكذلك لدرجة الانحدار، وإنّ للصدوع والفوالق أثراً في تشكيل بعض الرؤوس والخلجان.
3. إنّ هناك علاقة مترابطة وقوية بين خط الشاطئ وارتفاع مستوى سطح البحر.
4. أن الاستخدام المشترك اليوم للأقمار الصناعية والصور الجوية والطرائق الإحصائية يمكّن من رصد تغيرات خط الشاطئ واكتشاف معدلات التغير لخط الشاطئ .

1-6-أدوات البحث :

تم استخدام الأدوات الآتية:

1. خريطة جيولوجية للمنطقة الساحلية بمقياس(1/50000)
2. خرائط طبوغرافية للمناطق المختارة للدراسة بمقياس 1/25000.
3. الخريطة الجيولوجية حماه –اللاذقية (1/200000) .
4. خريطة بنيوية جيومورفولوجية للمنطقة الساحلية بمقياس (1/200000) .
5. خريطة جيوهندسية للمنطقة الساحلية بمقياس (1/50000).
6. صور جوية بانكروماتيك دقتها 10m باند واحد مأخوذة في شهر تموز عام 1958 لمختلف المناطق الساحلية.
7. صورة فضائية للساحل 2010 دقتها(1m)، وقد استخدمت الصور الجوية والفضائية لرسم ودراسة تغيرات خط الشاطئ .
8. أما **أدوات العمل الميداني :** لإجراء القياسات والتقاط الصور فهي (الحاسب –الكاميرا – دفتر لتسجيل الملاحظات).

البرمجيـات المسـتخدمة فـي البحـث : برنـامج (ArcGIS10.3 اسـتخدم لرسـم الخـرائط وتحديـد مواضـع التغيـرات فـي خـط الشـاطئ، ووضـع خـرائط للمقاومـة الحتيـة ومقارنتهـا مـع الليتولوجيـا، وكـذلك لوضـع خـرائط للمورفولوجيـا ومقارنتهـا مـع درجـات الانحـدار –Excel لرسـم المخططـات البيانيـة التـي توضـح انحراف درجـات الحـرارة عـن المتوسـط والتغيرات الشـهرية للطاقـة الوسـطى للموجة البحرية – DSAS(**Digital Shoreline Analysis System**) لحساب معدلات التغير والإحصائيات المرتبطة بها مثل EPR **(End Point Rate)** – برنـامج Google Earth للحصول على صور فضائية حديثة –ArcSeen لدراسة المصاطب تحت بحرية وتقديم سيناريو لارتفاع مستوى سطح البحر) .

1-7–<u>المؤشرات المستخدمة في البحث :</u>

1. **<u>المؤشر الاحصائي EPR</u>**: وهي اختصار ل (End Point Rate) يتم حساب معدل نقطة النهاية عن طريق قسمة مسافة حركة الخط الشاطئي على الوقت المنقضي بين أحدث وأقدم القياسات . الميزة الرئيسة ل EPR هو سهولة حسابه والحد الأدنى من متطلبات البيانات الساحلية (اثنين من الشواطئ). العيب الرئيسي هو أنه في الحالات التي يتوفر فيها أكثر من خطين شاطئيين، يتم إهمال المعلومات المتعلقة بسلوك الخط الساحلي الذي توفره الشواطئ الإضافية[1].
2. **<u>المؤشر الاحصائي NSM</u>**: (Net Shoreline Movement) الذي يحسب المسافة بين أقدم وأحدث خط شاطئ لكل مقطع ليعطينا معلومات عن المسافة الكاملة للتغيرمتعارضة مع المعدل .
3. **<u>مؤشر الضعف الساحلي CVI</u>** : اختصار ل (Coastal Vulnerability Index)، الذي يأخذ بالاعتبار جيومورفولوجية المنطقة ، المنحدرات الساحلية ، معدل ارتفاع منسوب سطح البحر النسبي ، تآكل الشواطئ ومعدلاتها ، ومنسوب المد والجزر ، ومتوسط ارتفاع الموجة . ويتم حساب مؤشر الضعف الساحلي بعدّ الجذر التربيعي لمنتج المتغيرات المرتبة مقسومًا على العدد الإجمالي للمتغيرات. كما هو موضح أدناه :

$$\text{CVI}=\sqrt{a \times b \times c \times d \times e \times f/6}$$

[1]- NASA ،U.S. Geological Survey (USGS)، User Guide & Tutorial for the Digital Shoreline Analysis System ، (DSAS) version 3.2، Extension for ArcGIS10.3 ،P21

حيث a تمثل التضاريس ، b تمثل انحدار الساحل ، c تمثل المعدل النسبي لارتفاع منسوب البحر ، d تمثل تراجع وتقدم خط الشاطئ ، e متوسط معدل المد ، f متوسط ارتفاع الموجة.
ويسمح مؤشر الضعف الساحلي CVI لهذه المتغيرات الفيزيائية أن تتداخل بطريقة قابلة للقياس بما يعبر عن مدى ضعف أوتأثر الساحل السوري تجاه التغيرات البنيوية نتيجة ارتفاع مستوى سطح البحر. فهذه الطريقة تنتج بيانات رقمية، تسلط الضوء على تلك المناطق التي قد يكون فيها الأثر الأعظم لارتفاع مستوى سطح البحر[1].

4. اللاحقة DSAS: وهي اختصار (Digital Shoreline Analysis System)

1. ونقصد بها نظام تحليل شواطئ الخط الرقمي ،وهو امتداد يعزز الوظيفة الطبيعية لبرنامج ESRI ArcGIS ، ويمكّن المستخدمين من حساب إحصائيات معدل تغير خط الشاطئ من سلسلة زمنية متعددة من مواقع الخط الشاطئي. تم تصميم الامتداد للمساعدة في تحليل التغير التاريخي للشاطئ. يعمل النظام DSAS عن طريق إنشاء مقاطع متعامدة ، ثم يقوم بحساب معدلات التغيير والإحصائيات المرتبطة بجدول البيانات وتحسب DSAS الكثير من المؤشرات الإحصائية مثل (LRR – JKR– EPR) 2.

وأهم المصطلحات هي :

تقسم المنطقة الساحلية عادة إلى مناطق فرعية :الساحل coast ، الشاطئ Shore or beach ، وجه الشاطئ inshore or shoreface، والرف القاري Continental shelf .

1. **الساحل Coast:** هو منطقة من اليابس تجاور بحراً أو محيطاً، وتتأثر بأمواجه غير محددة العرض، بل تمتد من خط الشاطئ حتى أول تغير مهم في الطبوغرافيا المحلية (جرف صخري ، الكثبان الرملية ، النباتات الدائمة)، ويتوقف اتساعه حسب الانحدار العام لسطح الأرض وارتفاعه ومدى قرب البحر منه.
2. **الشاطئ Shore :** هو خط التماس بين مياه البحر والبر ويمتد من خط الماء المنخفض Low–Water line حتى نقطة نهاية تأثير الأمواج على اليابسة .ويمكن تقسيم الشاطئ

[1] -Faour, G. (2008). Syrian Sea Level Rise Vulnerability Assessment 2000-2100, Enabling activities for preparation of Syria s initial national communication to the NFCCC, 15December.
[2] -NASA ،U.S. Geological Survey (USGS)، User Guide & Tutorial for the Digital Shoreline Analysis System ، (DSAS) version 3.2، Extension for ArcGIS10.3،P3

إلى منطقتين : الشاطئ الخلفي backshore، أو المصطبة (berm)، وصدر الشاطئ (foreshore) أو (beachface) .

3. **الشاطئ الخلفي** :هو الجزء من قطاع الشاطئ الجانبي الذي يتعرض للأمواج فقط خلال فترات العواصف، ويمتد من صدر الشاطئ المنحدر إلى خط الشاطئ، وهو الشاطئ المخصص للأغراض السياحية .
4. **صدر الشاطئ :** فهو الجزء من قطاع الشاطئ الجانبي المنحدر الواقع أسفل المصطبة البحرية، والمعرض عادة لزحف الأمواج، (اندفاع مياه الأمواج المتكسرة نحو الشاطئ)، ويمتد حتى خط الماء المنخفض . ويكون الشاطئ الخلفي أفقياً ، في حين ينحدر صدر الشاطئ باتجاه البحر، ويتكون الشاطئ الخلفي عادة من مصطبة، وهي جزء أفقي تقريباً يتشكل نتيجة تراكم الرسوبيات بفعل الأمواج، وقد توجد على بعض الشواطئ أكثر من مصطبة واحدة على مستويات مختلفة الارتفاع تنفصل عن بعضها بعضاً بمنحدر Scarp، والمنحدر هو الجزء من القطاع الجانبي للشاطئ شاقولي تقريباً، وينتج عن التآكل بفعل الامواج، ويكون ارتفاعه عادة أقل من متر، مع وجود بعض الاستثناءات .
5. **وجه الشاطئ Shoreface or inshore** : هو المنطقة المغمورة بالماء والممتدة من خط الماء المنخفض حتى منطقة الانتقال التدريجي إلى القاع الأفقي الذي يدل على بداية الرف القاري .
6. **تغيرات خط الشاطئ : نعني بها التقدم والتراجع الذي يصيب خط الشاطئ خلال فاصل زمني يمتد من ساعات حتى سنين،** وهي قضية حاسمة في الدراسات الجغرافية الساحلية .

1-8-صعوبات البحث:

1. صعوبة الحصول عن معطيات للتغيرات الشهرية للطاقة الموجية ،وكذلك عن سرعة التيارات البحرية وقوتها من محطة الإرصاد الجوية للفترات مابين 2000-2010 ،فلا يوجد محطات تختص بدراسة مثل هذه الأرقام ، حتى المحطة المخصصة لمثل تلك القياسات في بانياس عملت لأيام ودمرت في بداية الأحداث الراهنة .
2. قلة الدراسات التي تعطي مؤشرات وأرقاماً عن الحركات المائية وشداتها في قسم الجغرافية وحتى في الأكادمية البحرية السورية .
3. صعوبة الحصول على الصور الفضائية بدقة عالية، كفيلة بدراسة تغيرات خطية شاطئية، فالصور المتوفرة والمجانية كانت بدقة حوالي 30m، وهذه غير مناسبة لدراسة تغيرات

خطية، ولهذا تم الاعتماد على صور جوية باند واحد بدقة 10m أيضاً تم الحصول عليها بصعوبة، وتم مقارنتها مع صورة فضائية بدقة 1m ، ولذلك اقتصرت الدراسة على التفسير البصري، وليس الطيفي.

4. صعوبة التعامل مع الصخور الكلسية البيضاء في الصور الجوية كونها بانداً واحداً والتصوير العمودي قد يرصدها تحت مستوى سطح البحر.

1-9-منهج البحث :

- **المنهج العلمي** : بشقيه الاستقرائي والاستنتاجي ؛ فهذا المنهج لا يفصل الماء كمورد من الموارد الطبيعية في منطقة الدراسة عن الحيز الجغرافي الموجود فيه، بالإضافة لما يقدمه هذا المنهج من إمكانيات تساعد على فهم العلاقات المتبادلة بين عناصر المكان للوصول إلى تصورات دقيقة مبنية على التكامل ما بين العمل الحقلي، والعمل المكتبي والنظري للاستدلال منها على آليات حدوث تغير في المنطقة المختارة للدراسة، والوصول للنتائج المرجوة .

كما تم استخدام الأساليب الآتية:

- **الأسلوب الكارتوغرافي:** الذي يعتمد على دراسة الخرائط والصور وتحليلها وتفسيرها، ومن ثم توظيفها في عملية البحث.
- **الأسلوب الإحصائي- الكمي:** الذي يوظف النتائج في إعداد أشكال بيانية باستخدام برامج إحصائية مثل:

1. Excel : لمعالجة البيانات الإحصائية والمخططات البيانية .
2. DSAS: لإنشاء مقاطع متعامدة ، وحساب معدلات التغيير والإحصائيات المرتبطة بجدول البيانات، وحساب الكثير من المؤشرات الإحصائية مثل(EPR– JKR – LRR).

- **الأسلوب التطبيقي التقني:** بالاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية (Arc GIS 10.3) كنظام أساس في إعداد خرائط لمعظم مراحل الدراسة.

1-10- محاور البحث ومراحل تنفيذه :

مر البحث بثلاث مراحل بشكل متزامن ومتكامل كالآتي:

1. مرحلة جمع المادة العلمية.
2. مرحلة عرض وتحليل المادة لكل فصل.
3. مرحلة كتابة وإخراج المتن أو النص.

وها هي خطوات التنفيذ:

- **في المرحلة الأولى للبحث** : تم جمع المادة العلمية من خلال عدة مصادر منها الخرائط والمخططات والمرئيات الفضائية ، ثم بدأ العمل الحقلي والمسح الميداني، وهو من أهم المراحل، وخاصة للبحث الجيومورفولوجي ؛حيث تعجز الخرائط الطبوغرافية، وكذلك الصور الجوية عن إيضاح بعض الظاهرات، وتمكن هذه المرحلة من وضع الباحث وجهاً إلى وجه أمام الظواهر المراد تحليلها .

وقد تمت على ثلاث فترات:

- **الأولى:** كانت استكشافية للتعرف على أهم المعالم الجغرافية ونوعية الصخور في المنطقة الساحلية ، وقد ساعد ذلك على اختيار خمس مناطق للدراسة مختلفة في نوعية صخورها .

كما تم في بعض المناطق، وخاصة ذات الصخور الكلسية زيارتها أكثر من مرة، وخاصة أن الصور الجوية بباند واحد، والتصوير العمودي قد يرصدها تحت سطح البحر، وهنا تم الاستعانة بالصور الفضائية الحديثة أيضاً .

كما تمت زيارة منطقة مصب النهر الكبير الشمالي (معسكر الطلائع) لاستطلاع آراء السكان حول اختلاف العملية الترسيبية للنهر قبل وبعد إنشاء سد 16 تشرين، وهنا تم تدوين الملاحظات وفقاً لآراء للاستفادة منها لاحقاً.

- **الثانية:** كانت القيام بزيارات لمحطات الرصد في منطقة المنارة بطرطوس، ومنطقة الأزهري في اللاذقية للحصول على بيانات عن الحركات المائية ، كما تمت زيارة المعهد العالي للبحوث البحرية للحصول على بيانات دقيقة عن هذه الحركات.
- **الثالثة:** كانت الأصعب حيث أخذت الكثير من الوقت في الحصول على صور جوية قديمة للساحل السوري بدقة 10m، وصور فضائية بدقة 1m ،فالصور الفضائية المتوفرة هي بدقات 30m، وهي غير مناسبة لدراسة تغيرات خطية ، والمتوفر بدقة عالية كان مكلفاً جداً، لذلك أخذت هذه المرحلة الكثير من الوقت لاختيار الطريقة الأنسب والأدق للدراسة، وقد بدأت هذه المرحلة منذ تسجيل عنوان البحث عام 2015.

- **وفي المرحلة الثانية للبحث:** تم عرض وتحليل المادة العلمية لكل فصل ومعالجتها وتحليلها للوصول إلى نتائج مهمة للدراسة.
وقد تمت وفق المراحل الآتية :

- ترجمة الكثير من المقالات الأجنبية للتوصل إلى أحدث الطرائق المستخدمة في دراسة تغيرات خط الشاطئ.
- كما تم استخدام برنامج GIS، وتعقب تغيرات خط الشاطئ التي دمجت مع الأداة الإحصائية (DSAS) لتحليل خط الشاطئ تحليلاً رقمياً، وقد تم استخدام هذه الأداة بعد أن ألحقت بمعدات GIS.
- تم إعداد خرائط لإتمام المهمة البحثية ساعدت على التحليل، وأكدت على الملاحظات الميدانية التي تم تدوينها والأرقام الإحصائية التي تم الحصول عليها.

- **وفي المرحلة الثالثة للبحث** : هي المرحلة الأخيرة من البحث، حيث تمت كتابة مشروع البحث بعد ترتيب معلوماته وتنسيقها ومعالجة الخرائط وإدخال الصور وتحليلها وتنسيقها ليتم اخراج البحث وتسليمه.

1-11- الدراسات المرجعية السابقة:

تشكل الدراسات المرجعية السابقة التي أجريت على المنطقة سواء على النطاق الإقليمي، أو المحلي أهم مصادر البحث، وفيما يأتي عرض لأهم الدراسات التي تم الاستفادة منها:

- الدراسة التي أعدها محمد سعيد البارودي لنيل درجة الدكتوراه في جامعة عين شمس في القاهرة عام 1984 م بعنوان " **منطقة الساحل السوري (دراسة جيومورفولوجية)** "، الذي حدد من خلالها العمليات الإرسابية في المنطقة الساحلية، والمستويات البحرية القديمة وأماكن ظهورها من خلال الكثير من المقاطع الطولانية في المنطقة، وتم التوصل فيها إلى أن 30% من خط الشاطئ السوري تكونه الجروف البحرية، وقد أثرت التكوينات الجيولوجية لهذه الجروف في تطورها ،كما ظهر من خلال تحليل العمليات الجيومورفولوجية أن كلاً من الإذابة والتحليل الميكانيكي مسؤولان عن تطور الجروف البحرية وأرصفة النحت البحري، وأن الإذابة الكيميائية للحجر الجيري بمياه البحر تنشط في كل من رأس البسيط، ورأس ابن هاني، وخليج مينا البيضا، وزيادة حموضة مياه البحر ارتبطت بالتغيرات اليومية لدرجة حرارة المياه . بينما لم تخرج هذه الدراسة للجروف البحرية بتقدير لمعدلات النحت، أو التراجع لهذه الجروف نظراً لعدم وجود خرائط كبيرة المقياس تغطي فترات زمنية طويلة، وهذا ماتم تقديره في الدراسة الحالية ، كما أوضحت

الدراسة أن جميع المستويات البحرية لا تظهر على طول الساحل السوري، إما لأنها أزيلت بالتعرية السطحية، أو أن تراجع خط الشاطئ قد أدى إلى تآكل بعض الشواطئ المرتفعة وأرصفة النحت.

- البحث الذي أعده العميد البحري حسين حجازي ، ليقدم فيه **دليلاً للموانئ والمراسي والملاجئ القديمة في ساحل القطر العربي السوري** ، حمص ،1992، لتكون الدراسة الأولى من نوعها لدراسة المرافئ البحرية القديمة في الساحل السوري، حيث اعتمد هذا البحث على مشاهدات حقيقية هدفت إلى دراسة ثغور الساحل الفينيقي في شرقي البحر المتوسط .
- الدراسة التي أعدها أديب سعد في جامعة تشرين قسم علوم البحار والبيئة عام 1994م، بعنوان " **بعض نتائج أعمال سفينة الأبحاث الروسية في المياه الإقليمية السورية خلال فترة شباط– آذار 1992** " وتم التوصل فيها إلى أن الدوامات المائية تتجه نحو الشمال بسرعة وسطية (3 -2.5) ميل/ اليوم ، وجميع الدوامات تقع على الحدود الجانبية للتيار العام سيكلونية من اليسار وأنتي سيكلونية من اليمين، أما طول موجة الانحناء فقد حسبت بحوالي (50-40) ميل.
- البحث الذي أعده محمد رقية الذي نشر في المجلة العلمية التي تصدرها الهيئة العامة للاستشعار عن بعد، العدد التاسع ، في دمشق ،عام 1997 م بعنوان" **تكتونية لبنان والجزء الغربي من سوريا بتفسير الصور الفضائية** " الذي تم فيه من خلال التفسير البصري للصور الفضائية تحديد الفوالق والقسمات الخطية والبنيات الحلقية، كما تم التوصل إلى أن الانهدام في جزئه الشمالي يتفرع عنه فالقان رئيسان ممتدان باتجاه الشمال الغربي، ويصل الشمالي منهما حتى وادي قنديل في منطقة البسيط، ويقطع تصدع اللاذقية –كلس مؤدياً إلى انزياح جانبه الشرقي نحو الشمال الغربي، ومشيراً إلى حدوثه بعده . بينما يقطع الفالق الجنوبي الذي يتفرع عن الانهدام بالغرب من مصياف ويصل حتى جبلة.
- الدراسة التي أعدها عبد الكريم حليمة لنيل درجة الدكتوراه عام 2001 م بعنوان "**إقليم الساحل السوري (دراسة في جغرافية المياه)** "، وتم التوصل فيها إلى أن الصخور الكلسية تسيطر على بنية الإقليم، وأن المظاهر المورفولوجية المتنوعة تعكس الواقع المناخي للإقليم لتعطي صورة على أن الإقليم رطب ، وكميات هطله كبيرة، وهي 1087 مم /السنة ، وأن هذه المياه فعلت فعلتها في سطح الإقليم فحتته إما كيميائياً، أو ميكانيكياً، ولهذا تنتشر فيه مظاهر الحت والنقل والترسيب المائية ، كما أن بناء الإقليم السطحي يعكس بناءه التكتوني لتظهر نطاقات النهوض على شكل تقوسات أنتكلينالية ومنخفضات بينية أكبرها وهدة النهر الكبير الشمالي والبقيعة وعكار.

- البحث الذي أعده هشام لسكع من جامعة الحسن الثاني المحمدية لنيل درجة الدكتوراه عام 2008م عن تطور الساحل الشمالي الغربي للمغرب العربي من السعدية لرأس الماء بعنوان " **دور نظم المعلومات الجغرافية في دراسة و تتبع تطور السواحل البحرية حالة الساحل المتوسطي الشرقي بالمغرب**" واعتمد في دراسته على تحليل الصور الجوية لمراحل مختلفة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، ووجد تراجعاً خطيراً في خط الساحل بسبب بناء السدود في حوض وادي ملوية وبناء مرفأ السعدية، وعوامل أخرى طبيعية مثل ارتفاع سطح البحر.
- التقرير الذي أعدّه يوسف مسلماني و محمد عبيدو في مشروع إعداد البلاغ الوطني الأول للجمهورية العربية السورية الخاص باتفاقية الأمم المتحدة للتغيرات المناخية في آذار 2009م بعنوان " **تقييم أوجه الضعف وتدابير التكيف مع التغيرات المناخية في سورية** "، وهنا تم وضع ستة سيناريوهات افتراضية تمثل درجات مختلفة من الارتفاع في منسوب مستوى سطح البحر تراوحت بين الخطورة المنخفضة جداً إلى شديدة الخطورة، وتم تطوير أنموذج لقابلية التأثر(الضعف) الساحلي الذي يأخذ بالاعتبار جيومورفولوجية المنطقة ، وتم التوصل إلى أنه من المرجح أن تغمر منطقة شاطئية تتروح مابين 17.56 كم2 لسيناريو الخطر المنخفض جداً المرجح حدوثه بحلول 2100 إلى 118.90 كم2 للسيناريو المفترض ذي الخطورة العالية جداً ، ومن المتوقع تأثر مايقارب 3.8 % من سكان المناطق الساحلية بارتفاع منسوب مياه البحر لدى تطبيق سيناريو الخطر الشديد ، أما التقدير التقريبي للخسائر الاقتصادية الناجمة عن ارتفاع مستوى سطح البحر وحده فقد يصل إلى 10 مليارات ليرة سورية في حال السيناريو منخفض الخطورة جداً (0.6m) .
- البحث الذي أعده علي محمد سعد ، شريف بدر حايك، غطفان عبد الكريم عمار،"**مساهمة في تقويم التيارات البحرية** "، وتم عرضه في الندوة الدولية للمرافئ البحرية وحماية الشواطئ، في طرطوس عام 2010م، وتم التوصل فيه إلى أن التيارات البحرية تنقل الرسوبيات المعلّقة ورسوبيات القاع على طول الشاطئ، فتسبب أضراراً متنوعة في مكان وتحقق فوائد مهمة في مكان آخر ، وأن سرعة التيار السطحي الداخل من الأطلسي تزيد على سرعة التيار العميق الخارج من البحر المتوسط بسبب ارتفاع المد الأطلسي وزيادة التبخر منالبحر المتوسط .
- البحث الذي قدمه بهجت ابراهيم ،وتم نشره في مجلة جرش للبحوث والدراسات في الأردن عام 2010 م بعنوان "طاقة الأمواج البحرية وتغيراتها شمال مدينة اللاذقية: سوريا"، وتم التوصل فيه إلى أن فصل الشتاء يعد الفصل الأوفر في الطاقة من الأمواج البحرية ،حيث الطاقة الكلية لهذه الأمواج تراوحت بين القيمتين (269 $J.m^{-2}$ - 2036 $J.m^{-2}$) ، وأما الأمواج المميزة فطاقتها تتروح بين القيمتين (602 $J.m^{-2}$ - 4294$J.m^{-2}$)، وأن الوفرة لطاقة

الأمواج البحرية في الأشهر المذكورة يعود إلى الأحوال الجوية السائدة في منطقة الدراسة وموقع هذه المنطقة بالنسبة لدائرة الاستواء ، إضافة إلى الحركة الدورانية للكتل الهوائية فيها.

- البحث التي أعده محمود مصطفى الذي تم نشره في سلسلة أبحاث اليرموك ، العلوم الأساسية والهندسية المجلد 19،العدد 2 ، عام 2010 م، بعنوان "**الخصائص الجيوكيميائية لصخور الغابرو ،والدياباز في أفيوليت البسيط /شمال غرب سوريا** " ، وتم التوصل من خلال الدراسة الجيوكيميائية لصخور الغابرو والدولوريت في منطقة البسيط، أن الماغما المشكلة لها هي ماغما بازلتية منخفضة البوتاسيوم ومعتدلة القلوية ، ويعتقد أنها تشكلت عن طريق أحداث دورية متولدة عن عدة غرف مهلية تقع على مستويات ذات أعماق مختلفة ضمن القشرة والمقطع العلوي .
- البحث الذي أعده بهجت ابراهيم الذي نشر في مجلة جامعة جرش الأهلية ،المجلد 21، العدد الأول،2012 م، بعنوان "تغيرات طاقة الأمواج البحرية في منطقة المنارة بطرطوس "، الذي تم التوصل فيه إلى أن قيمة الطاقة الوسطى الشهرية للموجة البحرية بشكل عام في منطقة المنارة بمحافظة طرطوس من 259 - 12$(J.m^{-2})$، بينما سجلت أعلى قيمة لطاقة الموجة البحرية حصلت خلال فترة الدراسة في الساحل كانت 246354 $(\boldsymbol{J.m^{-2}})$، وهي قيمة أعاصير قوية بلغت شدة الرياح فيها 56.4 عقدة وارتفاع الموجة حوالي 14m.

الفصل الثاني

الخصائص الطبيعية للشاطئ السوري

2.1ـ البنيـــــــــة :

2-1-1- **جيولوجية المنطقة المدروسة** : نظراً لما تسهم به الجيولوجية من أثر واضح في مورفولوجية المنطقة. فقد تمت دراسة التكوينات الجيولوجية السائدة بالمنطقة بشكل عام، ثم دراسة الجيولوجيا بشكل تفصيلي للمناطق المختارة للدراسة، وتم ربطها بالدرجات الحتية المختلفة للصخور ليساعدنا ذلك على التحليل الصحيح و معالجة أهم مظاهر البنية فيها.

حيث تسيطر الرسوبيات الرباعية على السهل الساحلي والشاطئ ، وتظهر الخريطة الجيولوجية رقم (2) هذا التوزع، كما تشير إلى مناطق توزع الصخور الخضراء في الشمال والبازلت في الجنوب ومنطقة بانياس ، كما أن صخور الكريتاسي تغوص تحت صخور البازلت في المنطقة الجنوبية (محافظة طرطوس) .

ويمكن تصنيف الصخور في منطقة الدراسة من الأحدث إلى الأقدم وفق التالي :

1. **تكوينات الدور الرابع** : وهي عبارة عن **رواسب شاطئية رملية** عائدة لفترة الهولوسن تمتد على طول الشاطئ بين مدينة طرطوس والحدود اللبنانية جنوباً، وبين مصب نهر الروس ومصب النهر الكبير الشمالي شمالاً ،بما فيها مصب نهر الصنوبر .بينما ظهرت الرواسب الرملية الحصوية في شمال اللاذقية ضمن الخلجان الصغيرة ،وتمتد الرواسب المتمثلة في تحرك الكثبان الرملية قرب رأس ابن هاني شمال اللاذقية وجنوب مدينة طرطوس .

   أما الرواسب الشاطئية المنتمية للبلايستوسين الأعلى فظهرت قرب مصب النهر الكبير الشمالي على شكل رواسب شاطئية مغطاة بحجر رملي* .

   كذلك تنتشر **التوضعات الرباعية البحرية** على طول امتداد الساحل ، عدا المناطق التي يصل فيها الامتداد الصخري حتى البحر ،كما في البسيط وبروز اللاذقية (الميوسين)، وبين مدينتي بانياس وطرطوس .

   أما الشريط الرملي فيظهر جنوب اللاذقية واضحاً، وتظهر فيه الكثبان الرملية في موقع قرية البصة (بثخانة 39m) ،ويصل عرض التوضعات الرملية إلى أكثر من 1000m، كما هو الحال في مصب نهر الصنوبر .

   كما يظهر الشريط الرملي في جنوب مدينة طرطوس ،ويتخلله الحجر الكلسي الحبيبي ؛علماً أن هذه المنطقة غنية بالمياه العذبة التي تظهر على شكل ينابيع تحت مياه بحرية .

2. **تكوينات الدور الثالث :**

   في المنطقة تتألف **توضعات النيوجين الرسوبية** وخاصة توضعات البليوسين البحرية، فتتكشف في منطقة البسيط وتستقر فوق سطح تعروي على الصخور المتوضعة إلى الأسفل

---

* قد تتعرض الصخور الرملية المتماسكة المقاومة للتصدع كما هو الحال أمام مدينة طرطوس (المسلات والجزر) فتعطي مظاهر جيومورفولوجية في شواطئ مدينة طرطوس الجنوبية

منها والأقدم عمراً، وتتألف من الكونغلوميرا والحجر الرملي في الأسفل، ويحل محلها في الأعلى غضار وصخور رملية ومارل تتناوب مع بعض طبقات الحجر الكلسي العضوي.

إن تكشفات توضعات البليوسين هنا قريبة جداً من خط الشاطئ باستثناء بعض التكشفات الصغيرة التي تكلّل الصخور الخضراء –المعقد الأفيوليتي – وتصل الثخانة المرئية لهذه التوضعات إلى 100m .

كذلك تظهر توضعات الميوسين في السهل الساحلي الفاصل بين اللاذقية ورأس البسيط اعتباراً من حي الرمل وحتى الطريق الذاهب إلى قرية بكسا، وذلك على شكل شريط متطاول،إضافة إلى المنطقة الممتدة مابين قرية الشامية جنوباً حتى بلدة برج سلام شمالاً، وشاطئ البحر غرباً.

وتستقر هذه التوضعات أيضاً فوق صخور الكريتاسي والباليوجين، وتتألف من صخور عضوية المنشأ مؤلفة من الحجر الكلسي على الأغلب.

أما **توضعات الباليوجين** فتتكون من تناوب صخور كلسية وكلسية غضارية حوارية ومارل غني بالمنخربات ،مع تداخلات من الصخور الكلسية السيليسية والصوان.

تنتشر بشكل واسع في المنطقة المحصورة بين نهر الكبير الشمالي، وخط شاطئ البحر بدءاً من مدينة اللاذقية جنوباً مروراً فوق الأراضي السهلية والتلالية الممتدة إلى الشمال، منها خاصة على الجانب الأيمن لوادي قنديل (هضبة الدقاقة). كذلك تظهر جنوباً في منطقة حصين البحر .

3. **تكوينات الدور الثاني:**

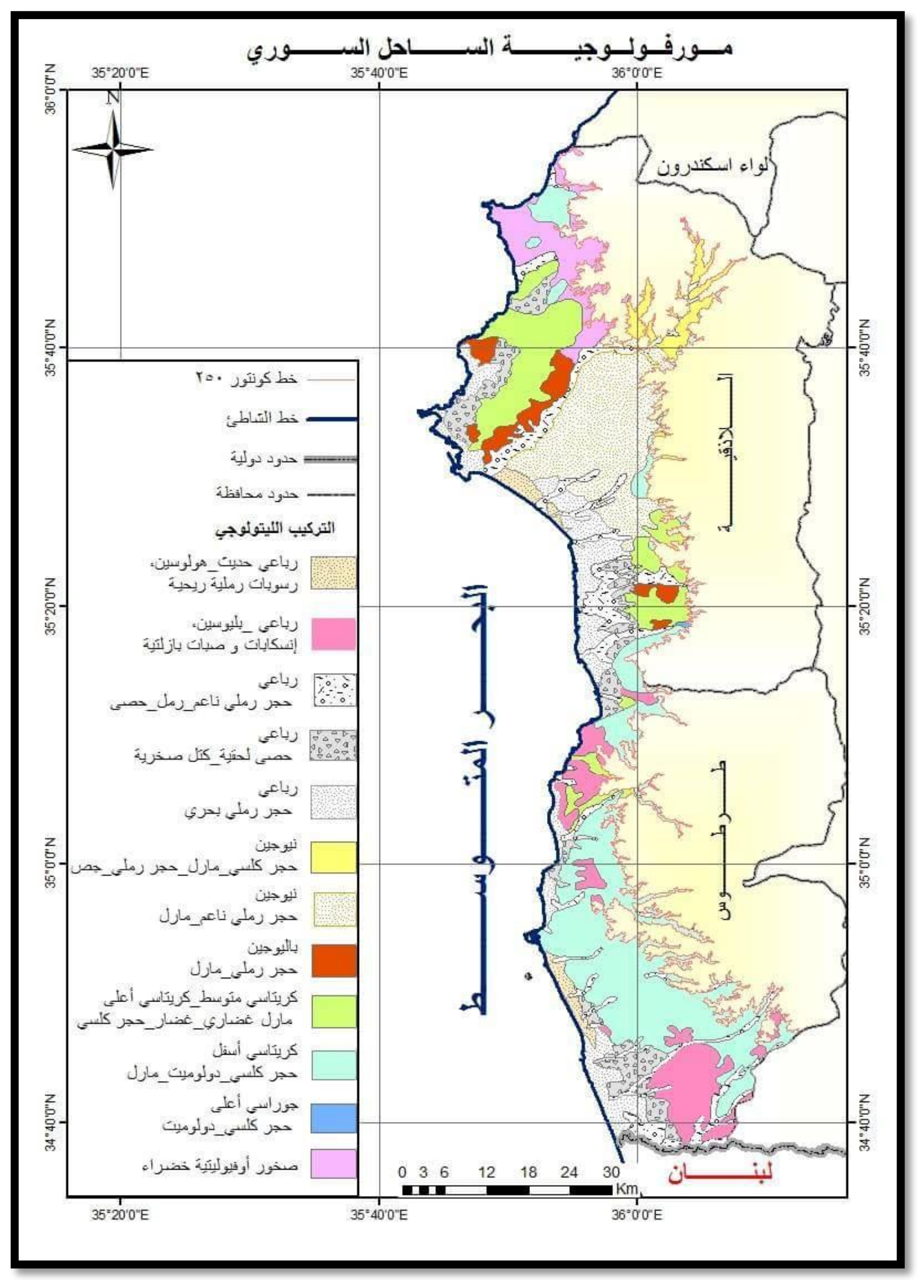
وهي محدودة الانتشار في منطقة الدراسة، وتقتصر على الرسوبيات العائدة لفترة الماستريخت الأعلى (تكوينات الكريتاسي) ،علماً أن تكوينات الكريتاسي ظهرت على شكل صخور هشة قليلة المقاومة لعوامل التعرية إلى الشمال من النهر الكبير الشمالي مستقرة على الصخور الخضراء، كذلك توجد بالقرب من الساحل في منطقة طرطوس السينومانيان.

أما الصخور الاندفاعية والرسوبية والاندفاعية القاعدية من البيروديت والأوليفين والسربنتين والدياباز والغابرو فقد ظهرت على طول الشاطئ في منطقة البسيط على شاطئ البحر، وحتى قرية وادي نهر قنديل ونهر الكبير الشمالي .وتمتد الصخور الخضراء باتجاه حوض اللاذقية (الصليب وبرج سلام) على شكل أغشية رقيقة بين التشكيلات الرباعية، والصخور الكلسية والحوارية المشققة .

4. **تكوينات الدور الأول :** فتكوينات هذا الدور هي عبارة عن صخور متطبقة من الشيست والكوارتزيت والرخام بالإضافة إلى الصخور الكتلية وتظهر في منطقة البسيط .

أما الصخور البازلتية (وهي مقذوفات فوق صخور قارية)المكونة من صخور ضعيفة المقاومة لعوامل التعرية فتتركز في جنوب منطقة الدراسة ومحيط بانياس ، جنوب قلعة المرقب في الباصية، وفي قرية حصين البحر بين بانياس وطرطوس بالإضافة إلى بازلت منخفض عكار [1].

تزامن اندفاع هذه الصخور في المنطقة مع الفترة الممتدة من الجوراسي الأعلى حتى البليوسين (نيوجين) وغالبيتها من النوع الطفحي [*].



خريطة (2) : التركيب الليتولوجي لمنطقة الدراسة

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على قاعدة بيانات حوض الساحل

---

[1]- الخريطة الجيولوجية لسوريا ،مقياس 1/50000،ترجمة يوسف شابو ،المذكرة الايضاحية لرقعتي اللاذقية وطرطوس ،عام 1980، ص34.

* صخور بازلتية وصلت إلى السطح عبر الصدوع والشقوق الصدعية على شكل انبثاقات فوق سطوح قارية أو تحت بحرية قسم منها وصل لسطح الأرض وشكل مخاريط .

2-1-2- **تكتونية المنطقة المدروسة** : إن النمط البنيوي لإقليم الساحل السوري هو التوائي جوراسي ألبي، تميل الطيات فيه ميلاً واحداً باتجاه الغرب والجنوب الغربي، حيث تتعدل وتتغير هذه الميول بمجموعة من الفوالق ذات الاتجاه شمال شرق – جنوب غرب تصل رميتها حتى 500م [1]. عموماً يعزى منشأ هذه القسمات الخطية في التشكيلات الصخرية إلى حادث تكتوني ضخم وقع بعد توضع رسوبيات الباليوجين ، وهو فالق الانهدام السوري الإفريقي الكبير . يترافق هذا الفالق مع مجموعة كبيرة من القسمات الخطية ، ذات الأشكال والاتجاهات والامتدادات المختلفة، حيث ينبثق عنها عشرات القسمات الخطية المنحرفة نحو المنطقة .إذ توضح الخريطة رقم (3) تكتونية منطقة الدراسة .

حيث تم تقسيم الفوالق والقسمات الخطية في منطقة الدراسة إلى :

أ- فوالق الانهدام :

تشكل فوالق الانهدام في منطقة الدراسة الاستمرار الشمالي لنظام الانهدام المشرقي الكبير ، حيث يشكل الانهدام اعتباراً من منخفض البقيعة فالقين أساسيين وليس فالقاً واحداً كما كان يعتقد في السابق، ويستمر هذان الفالقان باتجاه الشمال، ويأخذان بالاتساع بدءاً من شمال مصياف مشكلان وهدة الغاب .

حيث يشكل الفالق الشرقي الحد الشرقي لوهدة الغاب، أما الفالق الغربي فيشكل الحد الغربي لهذه الوهدة، ويستمر شمالاً في لواء اسكندرون ، حيث يتفرع عن الفالق الغربي لوهدة الغاب في الطرف المقابل للسقيلبية غرباً فالق رئيس يتفرع إلى عدة فوالق أخرى تأخذ اتجاه الشمال والشمال الغربي ، وتستمر شمالاً في لواء اسكندرون ومن بينها :

- فالق رئيس يمتد باتجاه الشمال الغربي حتى وادي قنديل في منطقة البسيط الذي يقطع تصدع اللاذقية كلس مؤدياً إلى انزياح طرفه الشرقي باتجاه شمال غرب للطرف الغربي.
- ويتفرع عن الانهدام أيضاً بالقرب من مصياف فالق رئيس آخر يمتد باتجاه الشمال الغربي، ويقطع سلسلة الجبال الساحلية، ويمر بالقرب من مدينة جبلة.

ب_ الفوالق الكبيرة :

تم تصنيفها على أساس امتداد يتجاوز الخمسين كيلومترا ذات الاتجاه شمال شرق جنوب غرب أهمها:

[1]- المذكرة الايضاحية لرقعة طرطوس الجيولوجية (1988) ،وزارة النفط والثروة المعدنية ، مديرية الجيولوجية ،اللاذقية ،سوريا ص9.

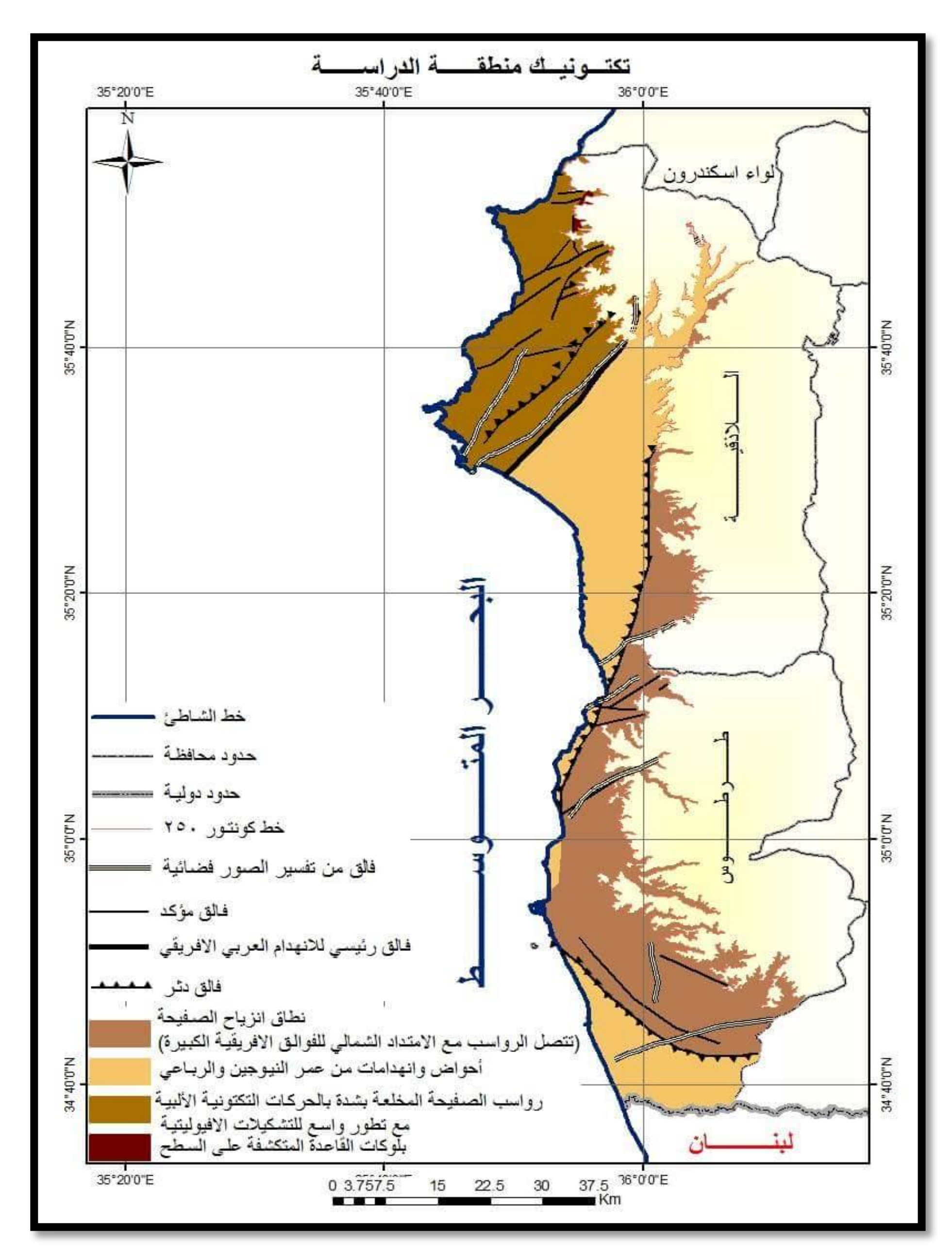
- تصدّع اللاذقية – كلس : يمتد هذا التصدع باتجاه الشمال الشرقي على الحدود الجنوبية الشرقية لكتلة البسيط الأفيوليتية، ويمتد من مدينة اللاذقية ليستمر في لواء اسكندرون حتى بحيرة العمق ويعد من الفوالق العميقة، حيث تنمو الرسوبات النيوجينية ضمن حوض نهر الكبير الشمالي، وتشير الأبحاث السابقة بما فيها تريفنوف (1983) إلى أن بنية البسيط واللاذقية تشكلت حتى منتصف الميوسين، وهذا التصدع مؤلف من مجموعة من الفوالق يتكشف بعضها بجوار الخط الحديدي جنوب مدينة اللاذقية، ويشير تريفنوف إلى أن النهوض هنا مستمر حتى الآن بمعدل 2مم بالسنة.
- فالق جبلة : حيث يشكل قوساً تكون بدايته نحو الشمال الشرقي حتى يصل فوالق الانهدام الغربية غرب مدينة جسر الشغور، ويصل امتداده إلى أكثر من خمسين كيلو متراً.

ج- الفوالق المتوسطة:

هي التي يترواح امتدادها مابين /30-50 كم/، وتأخذ عدة اتجاهات والغالب ومنها يأخذ اتجاه شمال شرق جنوب غربي وتنتشر بشكل رئيس في منطقة البسيط، وفي الجزء الشمالي والأوسط من السلسلة الساحلية.

د-البنيات والأشكال الحلقية : هي الظواهر الجيولوجية المتناظرة التى تأخذ أشكالاً حلقية، أو بيضوية، وتختلف في بنيتها عما يحيط بها من ظواهر، وهي تشكل أحد أهم العناصر البنيوية للقشرة الأرضية القارية في المناطق الانتقالية ومثالها: البنيات في منطقة البسيط وهي من النوع الصغير، أو المتوسط بعضها ناتج عن تكشف بعض التشكيلات المؤلفة للمعقد الأفيوليتي الماستريخت مثل التشكيلة البركانية الرسوبية الموجودة بالقرب من البدروسية وبعضها الآخر ناتج عن أسباب تكتونية فالقية، مما يؤدي إلى تداخل في حدود هذه البنيات من خلال امتداد القسمات الخطية* وتداخلها مع بعضها أهمها البنية التي يصل قطرها الداخلي إلى حوالي (5كم) تقع إلى الجنوب الشرقي من سد بلوران، وتمر حدودها الخارجية في الجنوب الغربي بالقرب من وادي قنديل.

* التصنيف المعتمد لدى المعجم التكتوني العالمي - الفالق > 30 km -القسمة الخطية > 30 km –البنيات الحلقية تحيط بها ثلاث قسمات خطية .



خريطة 3: الوضع التكتوني لمنطقة الدراسة

المصدر: من عمل الطالبة بالاعتماد على خريطة سوريا التكتونية بمقياس 1/1000000

التطور التكتوني وأثره على خط الشاطئ في المنطقة المدروسة :

- حددت الحركات التكتونية بما نتج عنها من انكسارات خط الشاطئ بدرجة كبيرة فالتاريخ التكتوني في المنطقة يعود إلى المرحلة التكتونية الثانية في سوريا (الأوروجينية)، وذلك على قسم من الأوليغوسين ،و النيوجين ،والرباعي ،الذي يرتكز على المرحلة التكتونية الأولى التي انتابت سورية من الكامبري إلى الباليوجين [1] فالحركات التكتونية خلال البلايستوسين أدت إلى تشكل مصاطب بحرية وشواطئ مرتفعة على مناسيب متفاوتة على طول الساحل

[1] عبد الكريم حليمة ،"إقليم الساحل السوري (دراسة في جغرافية المياه) ،2001،ص67.

* فالق دثر :صدع ينشأ من الضغط الشديد الذي يؤدي إلى تحرك علوي للجدار الصخري المعلق بالنسبة للجدار الأسفل ،كسر ذو زاوية حادة في طبقات الصخر حيث يندفع جزء منه فوق جزء مقابل على طول مستوى الكسر .

السوري وتظهر عند 90-120m/ و60-80m/ 30-40m/ 14-20m/ 7-10m /2-3m/ .

- وقد أشار بوتزر إلى نهوض الساحل أكثر من 125m في شرق جبلة عما هو عليه في شمال اللاذقية وحدده في نهاية البلايستوسين الأدنى (حقب رابع) كما انخفض الساحل في جنوب طرطوس بشكل متزايد نحو الجنوب، وفسّرت عملية الرفع في الشمال أكثر من الجنوب بصورة أساسية بمصدر الحركات التكتونية، وهي الألبية البانية للجبال، وخاصّة أن شمال المنطقة يقع على حدود الجيوسنكلاين الألبي في طوروس، كما تتمثل نهاية حدود النهوض جنوباً في انكسار نهر مرقية ، أما حدوده الشمالية فتتمثل في انكسار اللاذقية كلس الذّي يفصل بنية البسيط المتأثرة بالحركة الأوروجينية الألبية عن بنية جبال اللاذقية المتأثرة بحركات الركيزة العربية، وهناك أدلة على الهبوط وهي:

1. زيادة أعماق البحر الفاصل بين خط الساحل وجزر الساحل (بصيرة ، أرواد، العباس، المقرود ،أبو الفوارس)[1] من الشمال إلى الجنوب، بحيث يصل ثخانة المياه فوق سطح هذه الجزر جنوباً إلى أكثر من 10m .
2. وينخفض منسوب جرف المصطبة والرواسب الشاطئية من 90m عند طرطوس إلى 70m في سهل عكار شمال نهر الأبرش .

أما أسباب الهبوط فهي:

1. رئيسة تتمثل في زيادة نهوض المنطقة في الشمال تبعاً لمركز الرفع، ومن ثم تناقص مدى الرفع تدريجياً نحو الجنوب، بحيث تهبط المنطقة إلى مادون مستواها السابق على حركة الرفع.
2. الثانوية تتمثل في الضغط الناتج عن وزن عمود البازلت الذي تراكم نتيجة الطفوح البازلتية البليوسينية بثخانة أكثر من 300m مع الأخذ بعين الاعتبار ارتفاع كثافة البازلت القاعدي الذي يزيد من هذا الوزن ،بالإضافة إلى أن صخور البازلت ترتكز على طبقات ثخينة من الطفل والمارن التي تتميز بمعامل انضغاط مرتفع للغاية، ويرتبط بذلك هبوط في المنطقة التي تغطيها صخور البازلت .

- كذلك يدل وجود المستوى من 14-20m في كل المواقع على طول خط الشاطئ على عدم تشوه بالحركات التكتونية، أي أن الحركات التكتونية قد توقفت خلال البلايستوسين الأوسط نظراً لتشوه المصاطب البحرية التي تلي الشاطئ 30-40m، وعدم تشوه المصاطب التي تنخفض عن هذا المنسوب، وخاصة المستوى 20m.

[1] محمد سعيد البارودي،منطقة الساحل السوري دراسة جيومورفولوجية ،جامعة عين شمس ،1984م،ص236.

أما التعديلات التي طرأت على خط الشاطئ في البلاستوسين الأعلى فقد كانت تزحزحه نحو الغرب، واتصال رأس اللاذقية باليابس بعد أن كان على شكل جزيرة في البلايستوسين الأوسط

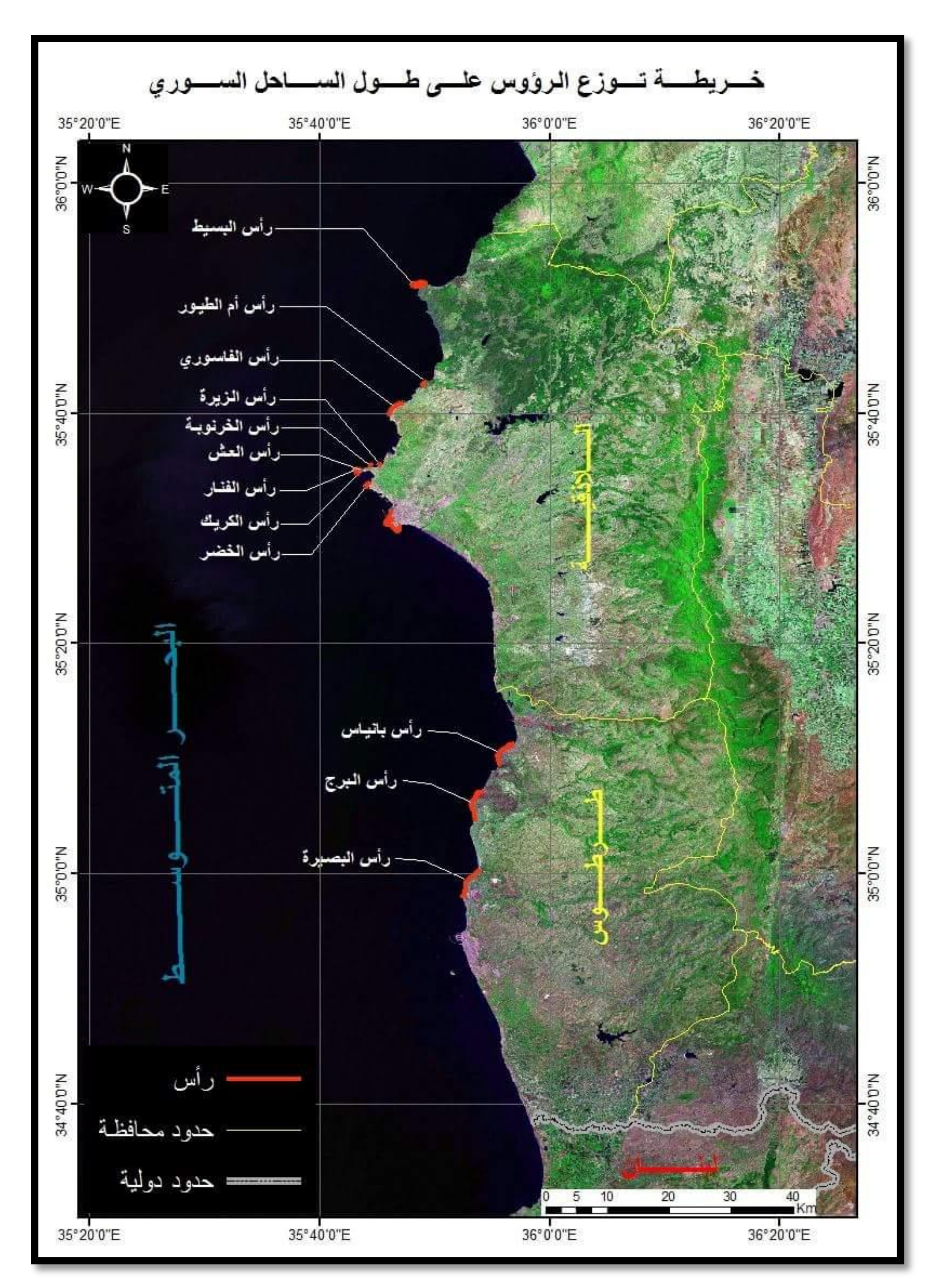
أما خط الشاطئ 6m لكل سوريا فيرتبط بالتيراني الثالث أي البلايستوسين الأوسط، حيث لا وجود لأي عمل تكتوني في المنطقة هنا .

أما في الهولوسين فلم يختلف خط الشاطئ عما هو عليه في الوقت الحاضر، ولكن من أهم الظواهر الأساسية هي انخفاض منسوب سهل اللاذقية إلى الغرب من قرية ابن هانئ عن3m.

- علماً أنه لم يكن نشاط وعنف الحركات التكتونية واحداً منسجماً في مختلف المناطق وتشير الأبحاث السابقة بما فيها **تريفنوف (1983)** إلى أن النهوض في بنية البسيط واللاذقية مستمر حتى الآن بمعدل 2مم بالسنة[1].

[1] محمد رقية ، تكتونية لبنان والجزء الغربي من سوريا بتفسير الصور الفضائية ،مجلة علمية تصدرها الهيئة العامة للاستشعار عن بعد ،دمشق ،1997، العدد التاسع ص 44.

وقد تم باستخدام GIS تحديد الرؤوس على طول الساحل السوري والخريطة رقم (4) توضح ذلك :



خريطة (4) توزع الرؤوس على طول الساحل السوري

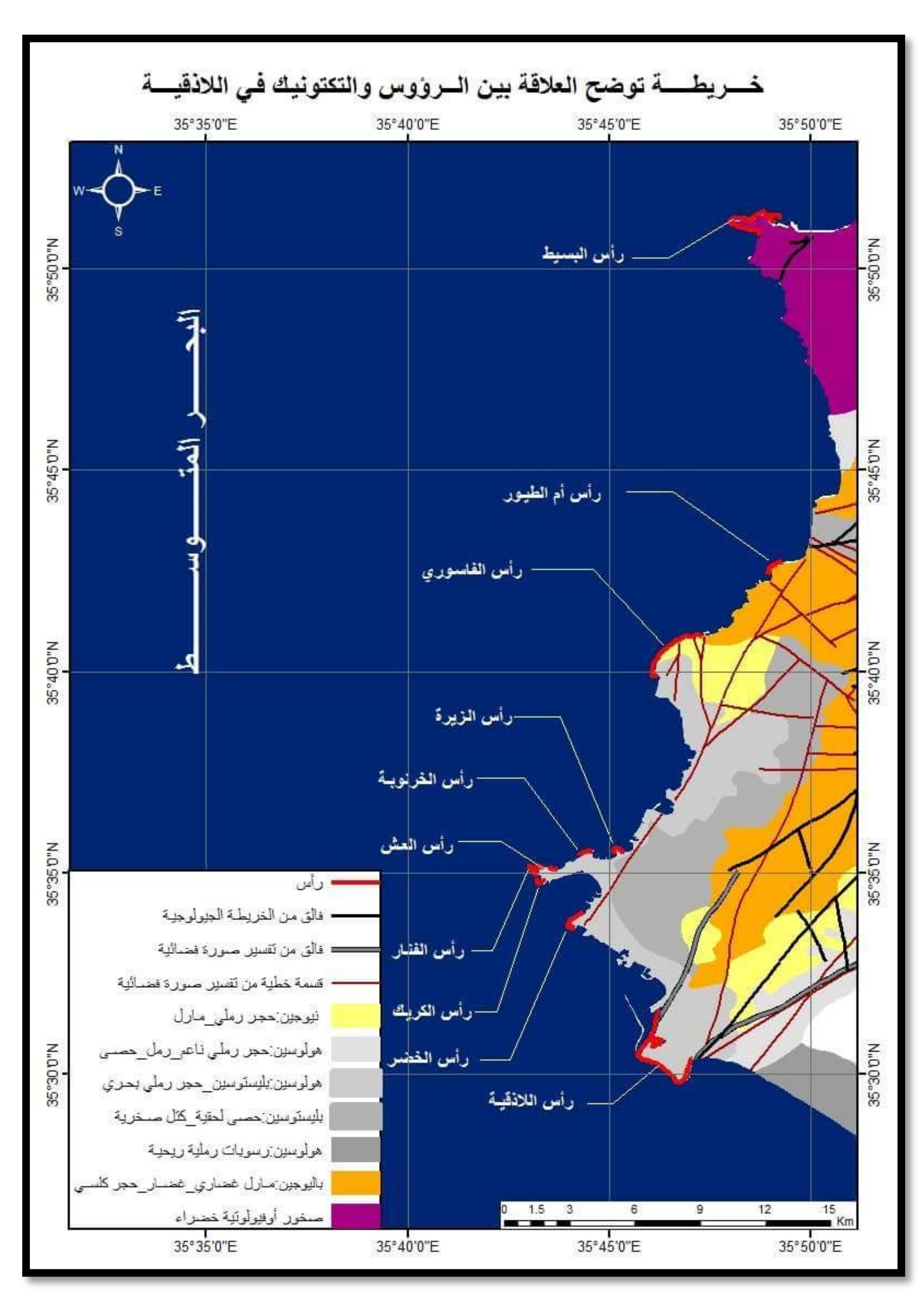
المصدر :من عمل الطالبة بالاعتماد على الصورة الفضائية بدقة 1m والخرائط الطبوغرافية بمقياس1/25000

وربطها بالفوالق المثبتة من الخرائط الجيولوجية للساحل ذات المقياس1\50000، كما تم تحديد القسمات والفوالق * لمعرفة أثرها على خط الشاطئ وربطها بالتشكيلات

---

* الفوالق : تم تحديدها من تفسير الصور الفضائية التي تم الحصول من هيئة الاستشعار عن بعد ومن الخرائط الجيولوجية
القسمات الخطية : مثبتة من تحليل الصور الفضائية .

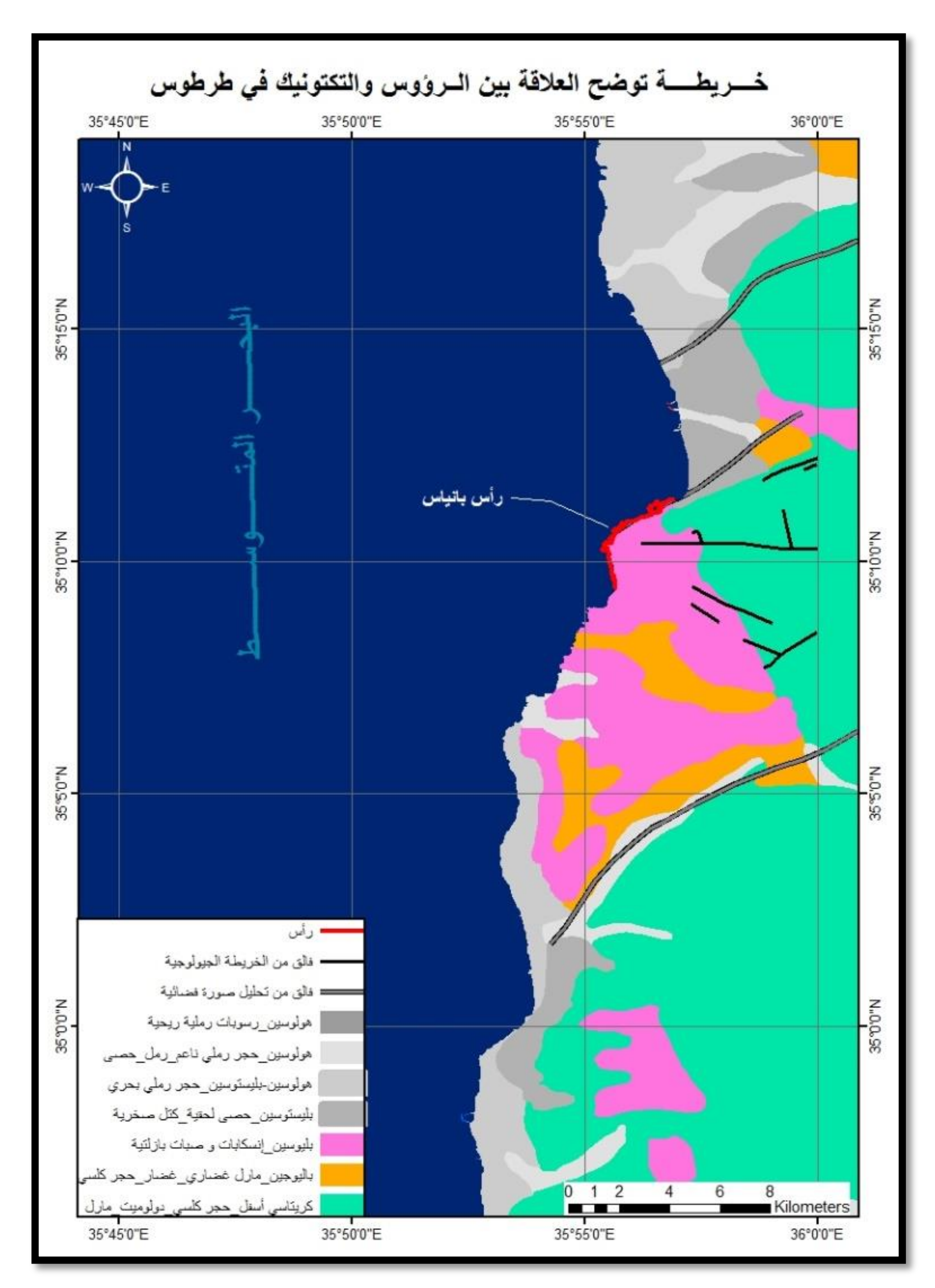
الصـخرية التـي حصـل عليهـا مـن قاعـدة بيانـات حـوض السـاحل لمعرفـة أثـر التكتونيـك المباشـر وعلاقتـه بتشـكيل بعـض الـرؤوس فـي السـاحل السـوري، وتبـين فـي القسـم الشـمالي مــن الســاحل الســوري أن للقســمات الخطيــة علاقــة مباشــرة بتشــكيل كــل مــن رأس أم الطيــور، وكــذلك رأس الفاســوري بالإضــافة إلــى رأس الخضــر بينمــا كــان للفوالــق دور مباشـر فـي تشـكيل رأس الكـورنيش الجنـوبي بشـكل واضـح وجلـي، والخريطـة رقـم (5) تبـين ذلك :



خريطة (5) العلاقة بين الرؤوس والتكتونيك في اللاذقية

المصدر من عمل الطالبة بالاعتماد على خرائط جيولوجية 1/50000 والصورة الفضائية بدقة 1m

أمـا فــي القسـم الجنــوبي فقـد تبـين أيضــاً أن للفوالــق علاقــة مباشــرة فــي تشــكيل رأس بانياس، وتوضح ذلك الخريطة رقم (6) ذلك :



خريطة (6) العلاقة بين الرؤوس والتكتونيك في طرطوس المصدر من عمل الطالبة بالاعتماد على خريطة جيولوجية 1/50000

2-1-3- **مورفولوجية الساحل السوري** :

تعدّ **الشواطئ السورية شواطئ حسر** تعيش في مرحلة الشباب لأن عمليات الحت لا تزال نشطة ، و الدليل على أنها شواطئ حسر :

فهو وجود المصاطب البحرية التي تعود إلى أزمنة جيولوجية سابقة، ومما يدل على شباب الساحل السوري وحداثته، فهو اتصال كل من العتبة الحتية والبحر المتوسط والجدار الساحلي الصخري بكتلة الجبال الساحلية مباشرة ، ونشاط عمل الحت الساحلي وسعيه لتقويم الشاطئ الذي يؤكد على ذلك أن العمل الحتي قام بتكوين جدر ساحلية قليلة الارتفاع من4-6m [1].

ويمكن تقسيمه إلى قسمين متباينين تفصل بينهما مدينة اللاذقية:

- **القسم الأول:** هو الشمالي، وهو ساحل صخري غني بالجروف والجدران الصخرية والأشكال الساحلية الحتية، لا سيما في الأجزاء التي تتقدم فيها الجبال من البحر، وتنتهي فيه مباشرة كما في رأس الخنزير نهاية جبال اللكام، ورأس البسيط ورأس ابن هاني[2].

وهذا القسم كثير التعاريج، أما في الخلجان فالغالب هو أنها مصبات أنهار، أو سيول ترسب فيها مجروفاتها، كما هو الحال في خليج اسكندرونة، وخليج السويدية "مصب نهر العاصي".



الصورة رقم (1): تقدم الجبال من البحر في الشمال السوري (الأقرع)

المصدر: تصوير الطالبة .

حيث يلاحظ في الصورة انعدام السهل الساحلي كون المنطقة جبلية شديدة الانحدار على البحر.

[1] عبد المجيد فائد – دراسات في الأوقيانوسيا –دار النهضة العربية للطباعة والنشر –بيروت 1972 ص 133 -136.
[2] عادل عبد السلام، وآخرون ، جغرافية سورية الإقليمية، منشورات جامعة تشرين، 2003 ، ص 19-20 .

- **أمـا القسـم الثـاني:** الجنوبي من الساحل فهو ساحل واطـئ منبسط يتدرج صـعوداً باتجـاه الشرق قليل التعاريج، وشبه خـال مـن الجروف. وإن وجدت كمـا فـي تقوّس طرطـوس فهـي قليلة الارتفاع .

أما خط الشاطئ shoreline : فهو الخط الذي ينتهي إليه امتداد الماء في الأرض، ويتألف من الشاطئ الذي يتأثر بصورة غير مباشرة بالعوامل البحرية والشط الخاضـع مباشرة للعوامل البحريـة (حدود أعلى ارتفاع للمد)، والواقع أن الشـاطئ والشط يستخدمان كمرادفين للساحل، وهو المجـال بين أقصى ارتفاع للمد وأدناه [1] .

فالمنحدرات الساحلية بشكل عام منخفضة، إلا أنه في بعض الأجزاء يتحدد الشاطئ مـن الأعلـى بمنحدر (بارتفاع 1-2m من حجارة رملية من الدور الرابع) .

أما المنحدرات العالية فتوجد في شمال البدروسية، "جبـال أسكره" والمنحـدرات البيضـاء بـين رأس الفاسوري ووادي قنديل والشاطئ الصـخري جنوب جبلـة. وبشكل عام، فإن المنحدرات المنخفضـة والعالية تحدد برصيف لشاطئ قليل الارتفاع، عارٍ ومفتوح.

كما تم تحديد الشواطئ الرملية على امتداد الساحل السوري، وقد تم تقسيم الشواطئ إلى:

1) **<u>شواطئ رملية كبيرة</u>** :وهي تلك الشواطئ التي يزيد امتدادها عن 5كم، وهنا نميّز أربع مناطق الأولـى: الامتـداد الرملـي لمنطقـة البدروسـية – البسيط بـدءاً مـن الحيز الرملـي مقابل جزيـرة الحمام وحتـى نهايـة ميناء الصـيد القديم بمسـافة حوالي **5.5كـم**، حيث تتسـع الشمال إلـى حوالي 0.1 كم، وتضيق في الجنوب إلى حوالي بضـعة أمتار في منطقة الميناء، وهنا يسود الرمل الأسود الخشن في الشمال ليصبح أقل خشونة نحو الجنوب مع وجود مساحات من الحصـى النـاعم إلـى الخشـن فـي بعض المواقـع، علمـاً أن مصـدر هذه الرمـال هـو الصـخور الماغماتيـة التـي تميـز المنطقـة ،وتتقطـع هـذة المنطقـة بوجـود عـدد مـن المجـاري المائيـة الموسـمية (نهـر البدروسـية ونهـر الشـيخ حسـن ...) بالإضـافة لوجود مجرى مـاء شـبه دائـم (نهر الدفلة) في منطقة البسيط ، أما النشاطات البشرية في هذه المنطقة فتشمل الشـاليهات والمنشآت السياحية الكثيرة وميناء الصيد والنزهة .

الثانية: الامتداد الرملي في منطقة خليج جبلة اللاذقية الذي يبدأ من شمال مصب النهر الكبير الشـمالي (موقـع معسـكر الطلائـع)، وحتـى نهايـة منطقـة الشـقيفات شـمال مدينـة جبلـة بمسـافة **12.60كـم** ،وتتقطـع هـذه المنطقـة بمصـب نهـر الكبيـر الشـمالي وثلاثـة أنهـار موسـمية أخـرى ويتراوح اتساع هذه المنطقة من 0.02-0.550 كم، فأقصـى اتساع لها قبالـة بلـدة البصـة، حيث يسيطر هنـا الرمـل النـاعم ذو اللـون الفـاتح ،أمـا النشـاطات البشـرية هنـا فهـي (نفايـات لمكـب القمامـة لمدينـة اللاذقيـة و ومنصـرفات البلـديات السـاحلية والجبليـة التـي تنقلهـا الأنهـار والسـواقي

[1] محمد زكي الأيوبي ،القاموس الجغرافي الحديث ، دار العلم للملايين ،بيروت شباط 1988 ، ص 203 .

الموسمية)، فهناك كثافة للنشاطات البشرية في النصف الشمالي، حيث مصب النهر الكبير الشمالي ومعسكر الطلائع .

الثالثة: الامتداد الرملي بين بانياس وطرطوس، ويبدأ من حرف الصليب جنوب بانياس وحتى نهاية منطقة البصيرة شمال طرطوس بمسافة **0.6** كم، تتقطع هذه المنطقة بوجود البروزات الصخرية التي تصل البحر ،وهنا الرمل خشن بشكل كبير وأسود بسبب منشأه من الصخور البازلتية التي تظهر في المنطقة الشمالية من هذا الامتداد ،وهنا يرتفع الشاطئ كثيراً عن مستوى سطح الماء ليصبح شديد الانحدار، أما المناطق الرملية الصرفة من هذا القطاع ضيقة جداً، حيث نادراً ما تتعدى الأمتار القليلة التي تتوضع في بعض الخلجان الضيقة في هذه المنطقة .

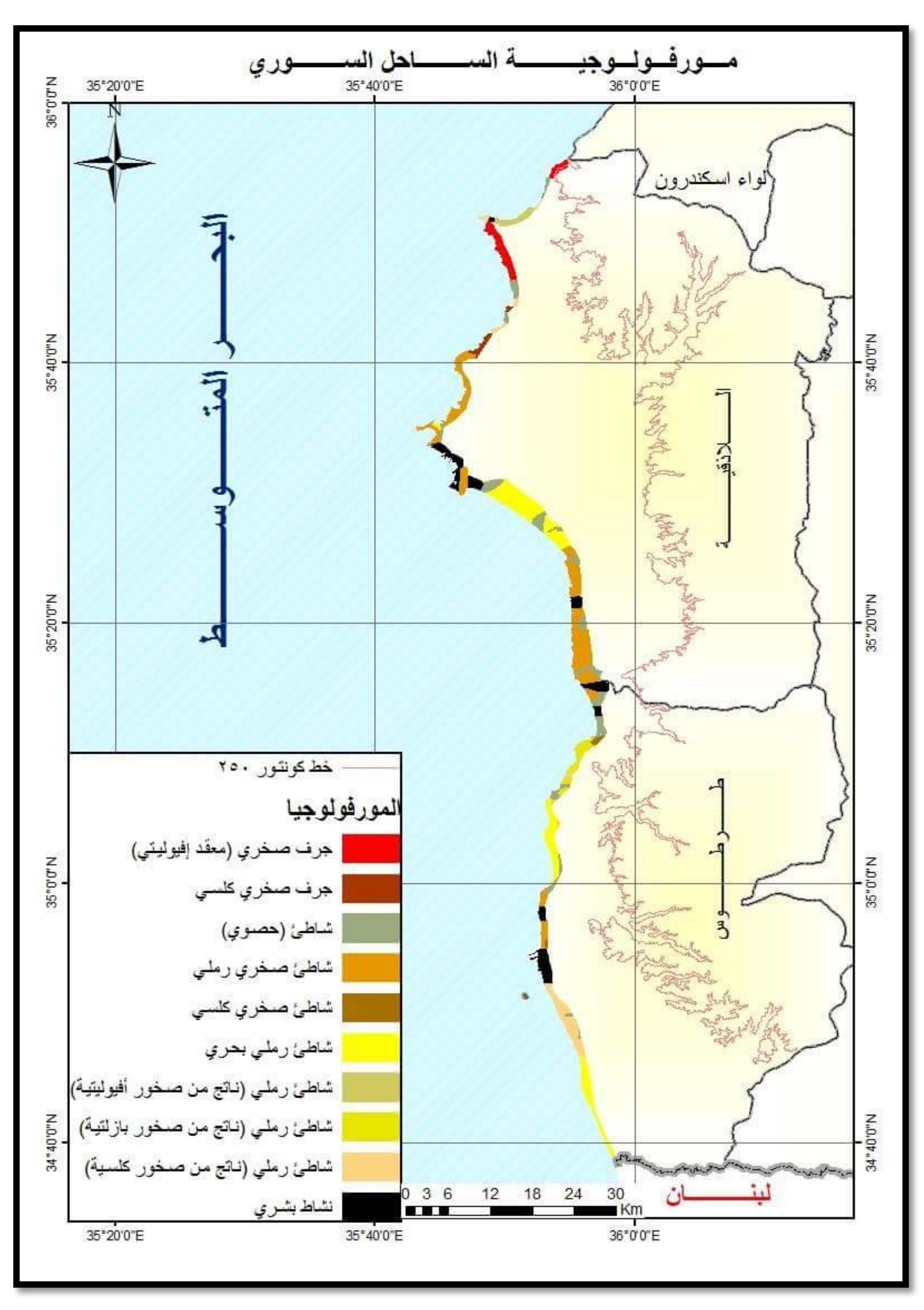
الرابعة: الامتداد الرملي في جنوب مدينة طرطوس يبدأ من نهاية كورنيش مدينة طرطوس شمالاً وحتى مصب النهر الكبير الجنوبي على الحدود اللبنانية جنوباً بمسافة حوالي **34.37 كم** وبانحدار خفيف، وهنا الشاطئ الرملي متغير بالعرض، حيث يتباين بين عدة أمتار وحتى 0.250 كم، خصوصاً في الجنوب بالقرب من بلدة الخرابة المجاورة للحدود اللبنانية، وتتميز المنطقة بالصخور الرملية التي تتكشف في منطقة تكسر الأمواج البحرية على امتداد الشاطئ، وخاصة بين المنطار والحدود اللبنانية، حيث تتقطع هذه المنطقة بوساطة عدد من المجاري المائية الموسمية، وتحتل النشاطات السياحية الجزء الأكبر من الضغوطات البشرية، فتوسيع المناطق الشاطئية لصالح بناء الشاليهات السياحية أصبح ظاهرة مميزة للمنطقة .

2) **<u>الشواطئ الرملية المتوسطة</u>** : وهي تلك المناطق التي تقيس بين 1-5كم، ولقد تم تمييز ست مناطق على الشاطئ:

- الامتداد الرملي في أم الطيور ويبلغ حوالي **2.5كم** طولاً .
- الامتداد الرملي في وادي قنديل يبلغ حوالي **1.8كم** طولاً، حيث يتخلل المنطقة نهر قنديل، ويشكل بحيرة شاطئية كبيرة نسبياً، بينما تغيب هذه البحيرة المصبية في بعض السنوات.
- الامتداد الرملي حول مينة القبان – منتجع الشاطئ الأزرق **1.25كم**، وهي منطقة ذات نشاطات سياحية مكثفة .
- الامتداد الرملي حول مرسى الخضر وامتداده حتى مقام الخضر، وتمتد حوالي **4.15 كم**، وهي منطقة ذات نشاطات سياحية مكثفة، حيث يتوضع فندق المريديان.
- الامتداد الرملي في خراب بلدة، وتمتد حوالي **1كم** بين خراب بلدة حتى موقع مستودعات الغاز .
- الامتداد الرملي في منطقة بانياس بامتداد حوالي **2 كم** يمتد من شاليهات مصفاة النفط في بانياس، وحتى نهاية الكورنيش الشمالي للمدينة (مشروع لؤلؤة بانياس) .

3) **<u>الشواطئ الرملية الصغيرة</u>** :هي تلك التوضعات الرملية بامتداد أقل من 1كم طولاً، وهي غالباً موجودة في الجزء الشمالي من الساحل السوري بين منطقة السمرا شمالاً ومنطقة ابن هاني جنوباً على عكس المناطق الأخرى من الساحل السوري التي تضم مناطق أكثر امتداداً، والغالبية الساحقة من هذه المواقع بامتداد يقل عن **0.25كم** طولاً، وغالباً يوجد بين بروزين أرضيين كتوضعات صخرية وضمن خلجان صغيرة جداً، وهذا كان في الغالب يحميها من النشاطات البشرية البرية، وغالباً تقع المناطق الرملية الصغيرة في الوديان ومصبات الأنهار ضمن الشواطئ الصخرية للسلاسل والهضاب الجبلية التي تقترب من الشاطئ، وهذه الشواطئ لم تمثل على الخريطة لصغرها ، **وهناك حوالي 66km من الشواطئ الرملية على امتداد الشاطئ السوري.**

كما صنفت التضاريس في المنطقة الساحلية وفق خريطة توضح مورفولوجية خط الشاطئ اعتماداً على الخريطة الجيومورفولوجية المتاحة وإجراء التفسير البصري للصور الفضائية ، كما تم استخدام الخريطة الطبوغرافية وخطوط التسوية والخريطة الجيولوجية كما أجريت الكثير من عمليات التحقق والمراقبة على أرض الواقع الكثير من المناطق.



الخريطة (7) مورفولوجية الساحل السوري

المصدر : من عمل الطالبة بالاعتماد على خرائط جيولوجية 1/50000

الجدول (1) المورفولوجيا الشاطئية للساحل السوري و نسبة كل منطقة لخط الشاطئ:

المورفولوجيا الشاطئية	المسافة مقدرة ب كم	النسبة المئوية %
شاطئ رملي بحري	37	20.2
شاطئ رملي ناتج من صخور كلسية	15	8.2
شاطئ رملي ناتج من صخور بازلتية	10	5.5
شاطئ رملي ناتج من صخور أفيوليتية	**4**	2.2
جرف صخري (معقد أفيوليت)	13	7.1
جرف صخري كلسي	5	2.7
نشاط بشري	31	16.9
شاطئ صخري رملي	51	27.9
شاطئ صخري كلسي	2	1.1
شاطئ (حصوي)	14	7.7
Total	183km	100%

حيث يظهر من الجدول أن الجروف الصخرية تشكل (9.8%) من الساحل بمسافة تقدر بحوالي (18km) منها (13km) مكونة من صخور المعقد الأفيوليتي (5km) مكونة من حجر كلسي .

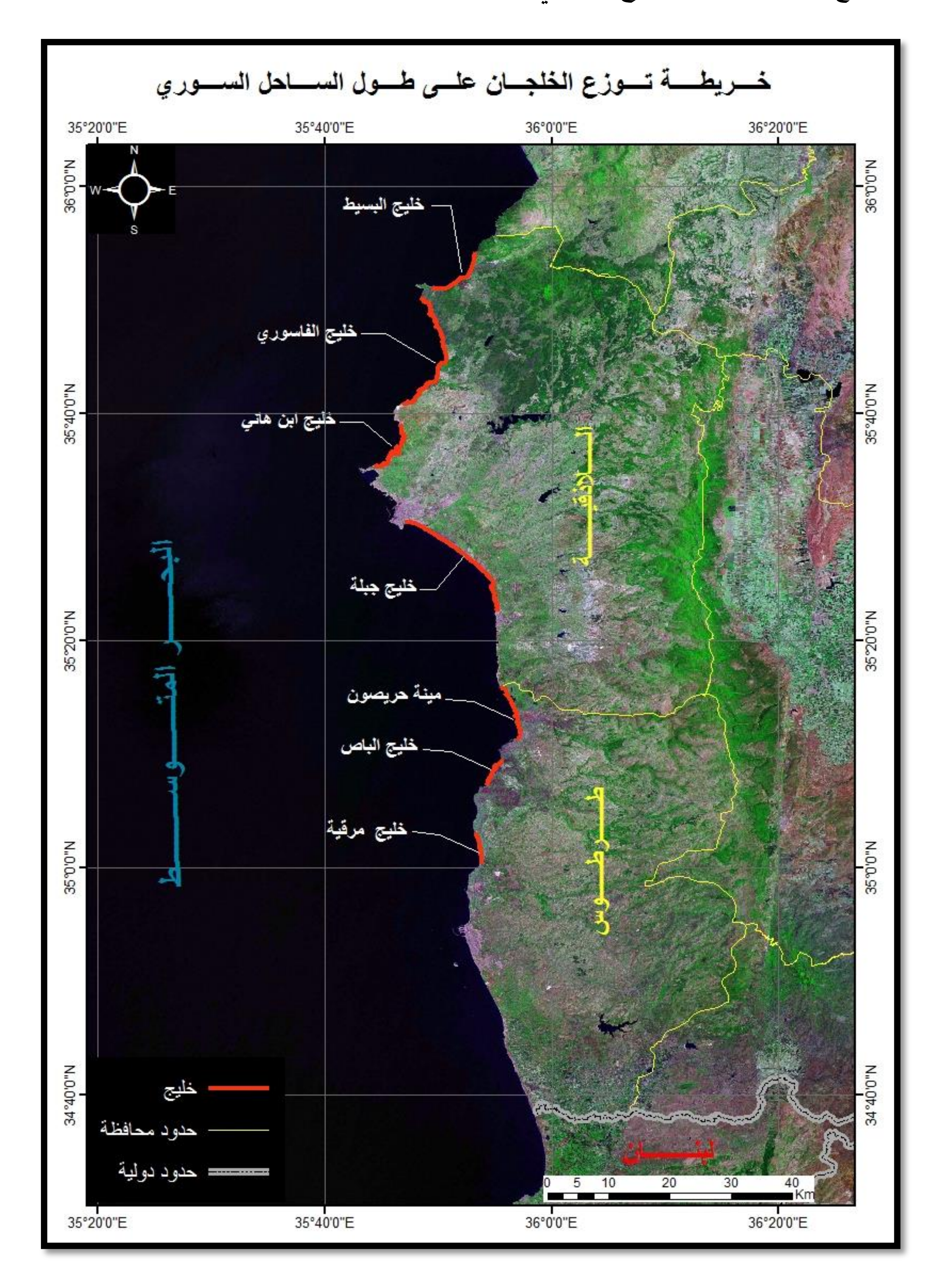
بينما الشواطئ الرملية تشكل حوالي (36.1%) من الساحل بمسافة تقدر بحوالي (66km) على طول الشاطئ السوري، أما النشاط البشري فقدر بحوالي (16.9%) من الساحل بمساحة (31 كم)، والشواطئ الحصوية بنسبة (7.7%)من الساحل السوري وبمسافة تقدر بحوالي (14km) ، أما الشواطئ الصخرية شكلت (29%) من الساحل ، منها الشواطئ (51%) ناتجة من صخور رملية و(2%) ناتجة من صخور كلسية ، لتشكل الشواطئ الصخرية من الساحل السوري حوالي (53km).

كما تم تحديد أهم الخلجان على طول الساحل السوري وعددها خمسة متركزة من الشمال إلى الجنوب :

1. خليج البسيط :حدوده من جزيرة الحمام إلى رأس البسيط.
2. خليج الفاسوري : حدوده من رأس البسيط إلى رأس الفاسوري .
3. خليج ابن هاني : بين رأس الفاسوري إلى رأس ابن هاني .
4. خليج جبلة : من رأس الكورنيش الجنوبي إلى جبلة .
5. مينة حريصون : من عرب الملك إلى المحطة الحرارية .

6. خليج الباصية: بين البرج الصليبي والبرج العثماني عند مربط المرقب .

7. خليج مرقية : بين رأس البرج العثماني ورأس البصيرة .



الخريطة (8) أهم الخلجان على طول الساحل السوري

المصدر : من عمل الطالبة بالاعتماد على الخرائط الطبوغرافية بمقياس1/25000

- كما تم تحديد أهم الجزر الموجودة واتصفت بما يأتي:

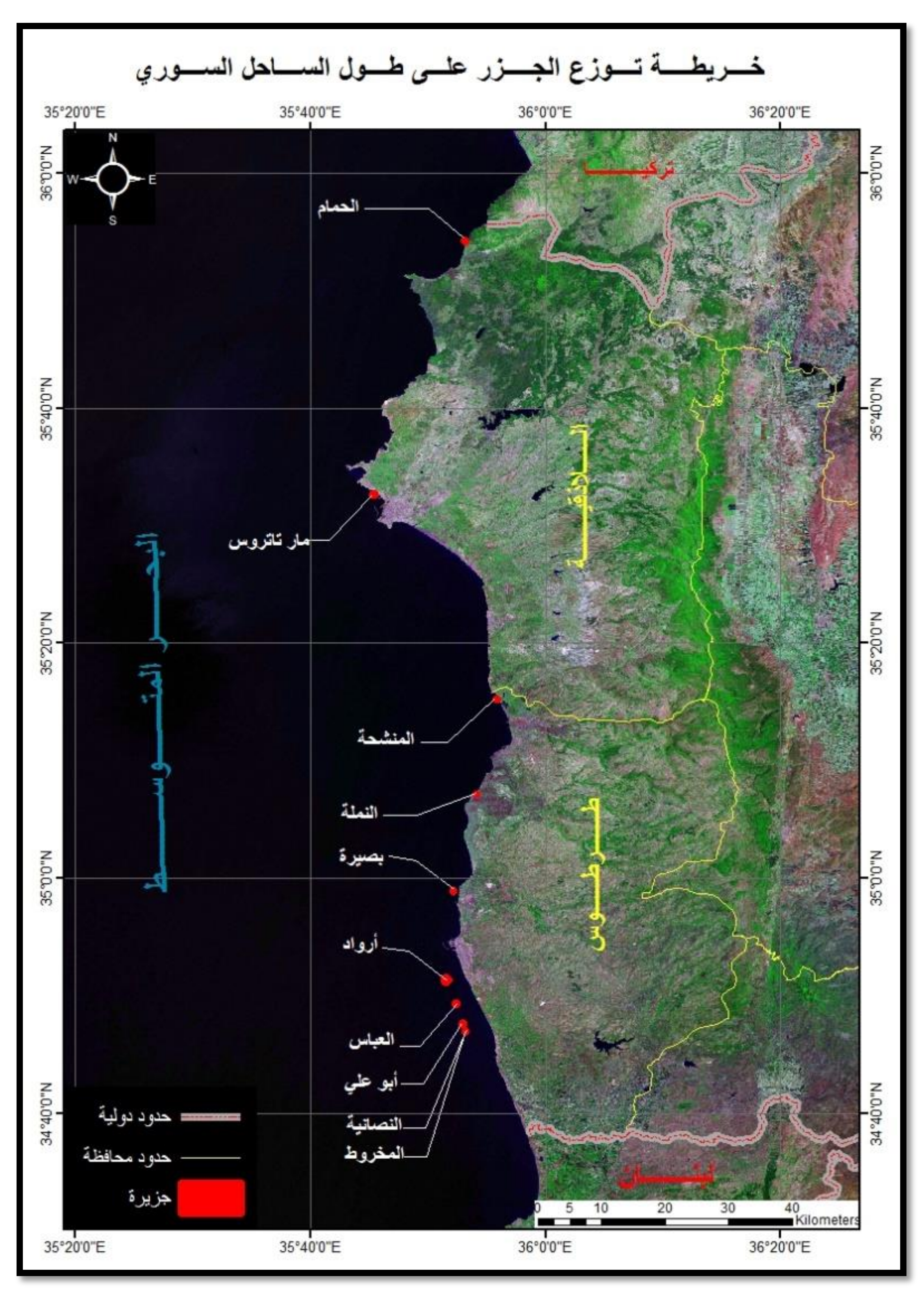
1) في الشمال تتصف الجزر بأنها: كثيرة وصغيرة، وتتوضع في مناطق ضحلة أقل من 5m عمقاً وقريبة من الشاطئ أهمها جزيرة الحمام ومارتاتروس .

2) بينما في الجنوب هي أكبر نسبياً وأكثر أهميه وبعيدة عن الشاطئ وأعمق بحدود 10mمثل جزيرة أرواد والحباس وأبو علي والنصانية والمخروط بالإضافة الى بصيرة والنملة والمنشحة مقابل الساحل الشمالي لطرطوس وتعدُّ جزيرة أرواد أكبر هذه الجزر إذ تقع على بعد3km عن طرطوس، وتبلغ مساحتها $2km^2$ ومحيطها حوالي 3km وتعد جزيرة أرواد ذات كثافة سكانية عالية إذ يسكنها 45000 نسمة حسب تقديرات وزارة السياحة.

3) بالإضافة للكثير من التكشفات الصخرية المنبسطة كالتكشف الموجود بالقرب من جزيرة النمل، والذي يدعى محلياً بالغوارق، وآخر بالقرب من جزيرة المخروط.

علماً أن الشاطئ يخلو من الجزر المأهولة في المفهوم العام باستثناء جزيرة أرواد، وما عداها هو مجرد صخرات بارزة فوق سطح مياه المد والأمواج العالية[1].

[1] عادل عبد السلام، وآخرون ، جغرافية سورية الإقليمية، مرجع سابق، ص 19-20



الخريطة (9) أهم الجزر على طول الساحل السوري

المصدر : من عمل الطالبة بالاعتماد على الصورة الفضائية بدقة 1m والخرائط الطبوغرافية بمقياس1/25000

2.2ـ المنـــــــاخ :

إن مناخ المنطقة الساحلية هو المناخ المتوسطي الساحلي ، الذي يتصف بشتاء دافئ متوسط حرارته تتروح بين (12–14) درجة مئوية ، وبصيف متوسط حرارته بين 26–27درجة أمطاره شتوية أولا، ثم خريفية ربيعية ثانياً كمياتها بحدود 700–800 ملم سنوياً ورطوبة نسبية مرتفعة تتراوح بين (66–79%) لوقوعه على الشاطئ الشرقي للبحر المتوسط، كما أن هطولاته شتوية ناجمة عن نشاطات جبهية لمنخفضات جوية تتشكل فوق حوض المتوسط الأوسط، ويتشكل بعضها الآخر فوق الحوض الشرقي .

فالمناخ في المنطقة معتدل شتاء وحار رطب صيفاً، وذلك لوقوعه في النطاق شبه المداري الدافئ بالإضافة إلى تأثير السطح المائي للبحر المتوسط[1].

وسيتم دراسة المنطقة مناخياً بالاعتماد على حساب مقدار التغير الذي تعرضت له متوسطات درجات الحرارة السنوية خلال أربعين عاماً تبعاً لتغيرات المناخ العالمية ولأن أبرز التغيرات الحرارية والمطرية قد حصلت خلال العقد الأول من القرن 21 ،كون هذه الفترة كانت الأعلى في متوسطات درجات حرارتها منذ بدء قياسات درجة الحرارة العالمية منذ عام 1850 ،كما أشارت القياسات اللاحقة لمنظمة (WMO) إلا أن السنوات من 2007 وما بعد كانت الأشد حرارة ، وبلغت ذروتها عام 2010 الذي يعد الأعلى في تاريخ قياسات درجات الحرارة العالمية .

فقد تمت مقارنة تغيرات عناصر المناخ خلال الفترة 2001–2010 بتغيرات العقود الثلاثة من القرن العشرين، والتي تشكل بحد ذاتها دورة مناخية* ، واختيرت للمقارنة محطتان ساحليتان (اللاذقية – طرطوس) كون الدراسة معنية بالتغيرات الساحلية فقط .

علماً أن محطة اللاذقية على ارتفاع (7m) عن سطح البحر، بينما تقع محطة طرطوس على ارتفاع (5m) عن سطح البحر أن تأثير عامل الارتفاع قليل جداً في هذه المحطات، ولكنها الأقرب من البحر، وفيما يأتي دراسة لأهم العناصر المناخية .

2-2-1- العناصر المناخية:

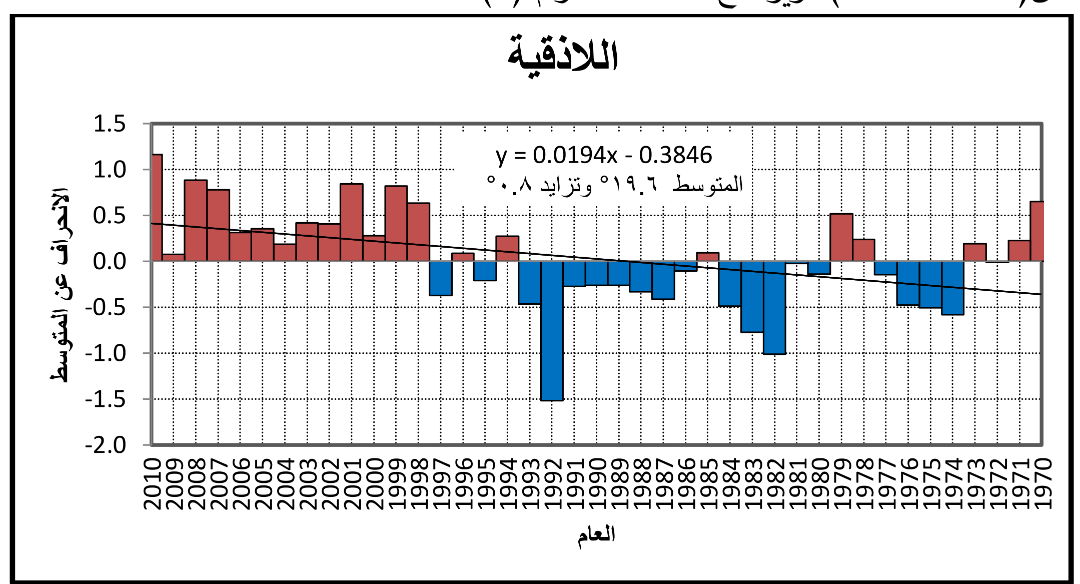
2-2-1-1- درجة الحرارة :

- **محطة اللاذقية** :ارتفع خط الاتجاه العام لمتوسط درجات الحرارة في محطة اللاذقية الأزهري خلال كامل فترة الدراسة (1970–2010) ليزيد 0.8°C خلال أربعين عاماً، حيث لم تتراجع متوسطات درجات الحرارة السنوية عن معدلها خلال

[1] علي موسى ،المناخ الاقليمي، مطبعة الاتحاد ،دمشق 1990،ص 186.

* تمتد الدورة المناخية خلال فترة (30-35) سنة حيث يفترض خلال هذه الفترة أن تتكرر كافة أشكال الطقوس الطبيعية منها والشاذة (موسى 2009).

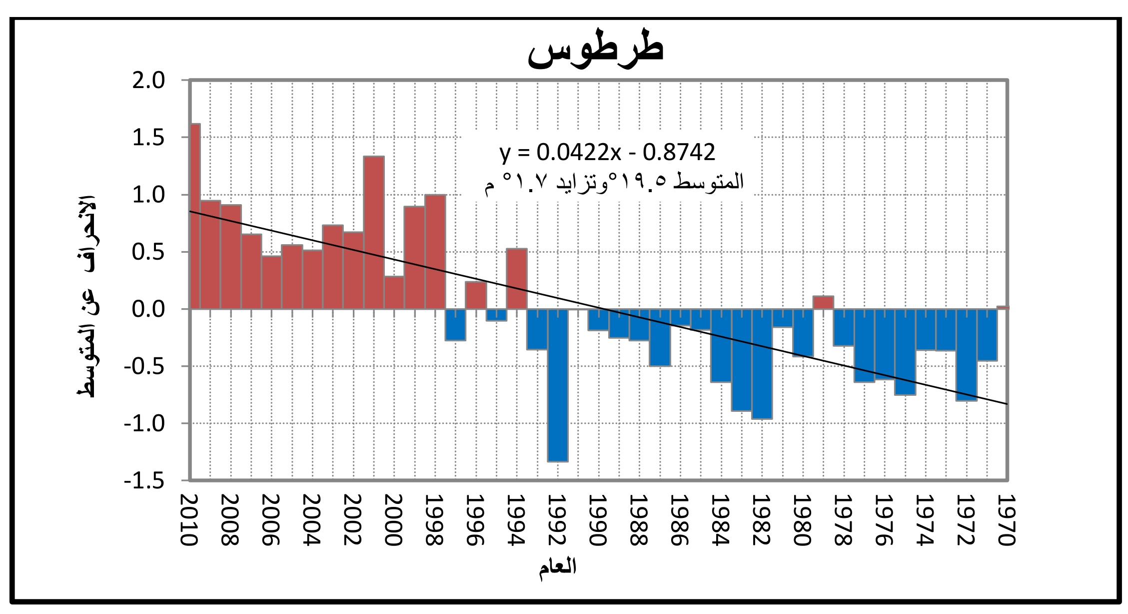
الفترة (1970-2010) بعد عام 1998 . ليبلغ انحراف درجة الحرارة عن المعدل العام أعلى قيمة لها عام 2010 ، وهو العام الذي شهد أعلى القياسات في سجلات المديرية العامة للإرصاد الجوية، أما أدنى متوسط سنوي لدرجة الحرارة ،فقد سجل في عام 1992، حيث أظهر ميول خط انحدار درجات الحرارة تصاعداً واضحاً ومهماً من الناحية الإحصائية، ويبين ذلك الجدول رقم (2)، وفيه يظهر ارتفاع درجات الحرارة خلال الفترة (2000-2010)، مقارنة بالفترة من(1970-2000)، ويوضح ذلك الشكل رقم (1) .



شكل (1) انحراف درجات الحرارة عن المتوسط في اللاذقية (الأزهري) :

المصدر : من عمل الطالبة بالاعتماد على Excel

- <u>محطة طرطوس</u>: ارتفع خط الاتجاه العام لمتوسط درجات الحرارة في محطة طرطوس خلال كامل فترة الدراسة (1970-2010) ليزيد C°1.7 خلال أربعين عاماً. حيث لم تتراجع متوسطات درجات الحرارة السنوية عن معدلها خلال الفترة (1970-2010)، ليبلغ انحراف درجة الحرارة عن المعدل العام أعلى قيمة لها عام 2010 ، أما أدنى متوسط سنوي لدرجة الحرارة فقد سجل في عام 1992، حيث أظهر ميول خط انحدار درجات الحرارة تصاعداً واضحاً ومهماً من الناحية الإحصائية، ويبين ذلك الجدول رقم (2)، وقد أظهر الشكل رقم (2) ارتفاع درجات الحرارة خلال الفترة (2000-2010)، مقارنة بالفترة من(1970-2000) .



شكل (2) انحراف درجات الحرارة عن المتوسط في طرطوس

المصدر : من عمل الطالبة بالاعتماد على Excel

جدول (2) مقدار ميل خط انحدار درجات الحرارة ومتوسطاتها بـ C° :

(+++) > 99 % مهم إحصائياً؛(ثقة مطلقة أو تكاد)، 95 % (++) >مهم إحصائياً ؛(ثقة مرتفعة جداً)

90 % (+) > مهم إحصائياً؛ (ثقة مرتفعة) ، (ـ) ≥ 90 % >غير مهم إحصائياً)

المحطة	الفصل	مقدار تغير ميل خط انحدار درجة الحرارة 1970–2010	درجة الثقة لأهمية تغير ميل خط انحدار درجة الحرارة	متوسط درجة الحرارة 2000-1970	متوسط درجة الحرارة 2000-2010	مقدار التغير	الأهمية الإحصائية لتغير متوسط درجة الحرارة
اللاذقية	السنة	0.8	+	19.5	20.1	0.6	+++
	الشتاء	0.5	—	12.7	13.0	0.3	—
	الربيع	0.6	—	17.6	18.4	0.8	+++
	الصيف	1.3	+++	25.6	26.6	1	+++
	الخريف	0.7	++	21.9	22.5	0.6	++
طرطوس	السنة	1.7	+++	19.2	20.3	1.1	+++
	الشتاء	1.2	++	12.8	13.5	0.7	++
	الربيع	1.3	++	17.3	18.5	1.2	+++
	الصيف	2.5	+++	25.3	26.8	1.5	+++
	الخريف	1.8	+++	21.5	22.6	1.1	+++

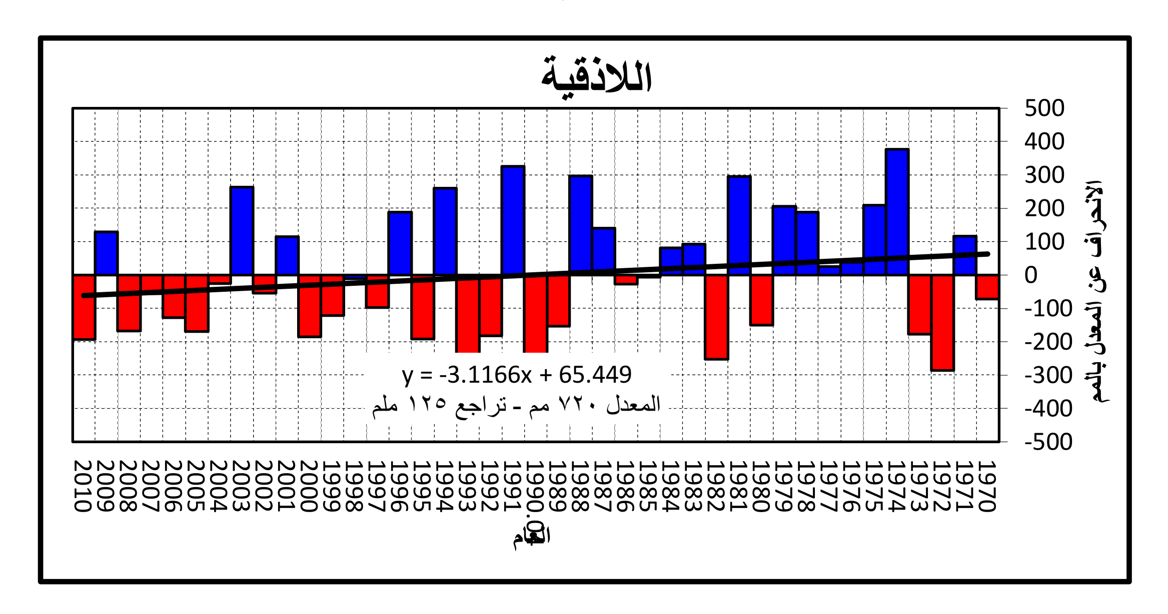
المصدر : من عمل الطالبة بالاعتماد على Excel

2-2-1-2- الهطل :

- <u>محطة اللاذقية :</u>

يتراجع خط الانحدار العام السنوي للهطل خلال كامل الفترة الزمنية (1970-2010) بحدود 125mm ، ويظهر من خلال الشكل رقم (3) أن تراجع كميات الهطل السنوية عن معدلاتها أخذ يتردد بشكل أكبر خلال العقد الأول من القرن 21.

حيث ترتفع كميات التهطال إلى أعلى قيمة لها في عامي 1974و 1991 ، وانخفضت إلى أدنى قيمة لها في عامي 1972و 1982 . حيث يبلغ متوسط كمية التهطال السنوية في هذه المنطقة خلال الفترة المدروسة (720 mm)، وهي كمية مرتفعة نسبياً .



شكل (3) الاتجاه العام الخطي لمتوسط كمية الهطل السنوية خلال الفترة 1970-2010

المصدر : من عمل الطالبة بالاعتماد على Excel

وقد تجاوز معدل التراجع في هذه المحطة 3ملم /السنة .وعلى العموم تميز النصف الشتوي من السنة – وهو الفترة الممتدة من بداية شهر تشرين الثاني حتى نهاية شهر حزيران – بتراجع عام في الهطل ،علماً أن الفترة من 21آذار حتى نهاية شهر نيسان تقع في فصل الربيع المنتمي إلى النصف الشتوي من السنة ، ومن الملاحظ أيضاً أن أمطار النصف الصيفي ، وأمطار فصل الخريف لم يحدث فيها أي تغير يستحق الذكر، ويوضح ذلك الجدول رقم (3).

جدول (3) : مقدار ميل خط انحدار كميات الهطل ومتوسطاتها بملم والأهمية الإحصائية لميل خط الانحدار وفروق المتوسطات في اللاذقية :

(+++) > 99 % مهم إحصائياً؛(ثقة مطلقة أو تكاد)، 95 % (++) >مهم إحصائياً ؛(ثقة مرتفعة جداً)

90 % (+) > مهم إحصائياً؛ (ثقة مرتفعة) ، (ـ) ≥ 90 % >غير مهم إحصائياً)

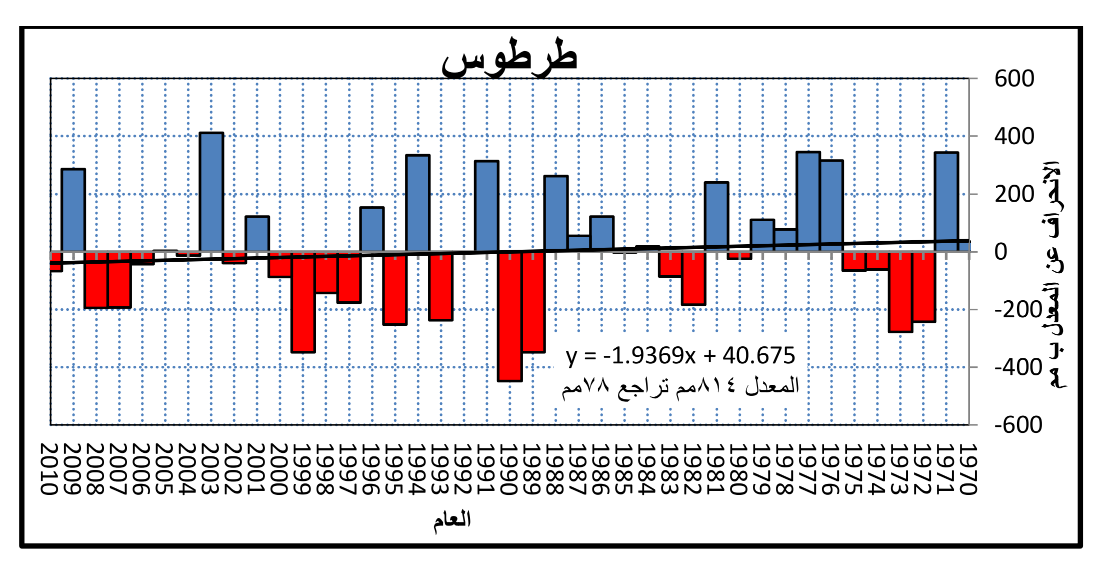
المحطة	الفصل	مقدار تغير ميل خط انحدار كمية الهطل 2010-1970 بـ الملم		الأهمية الإحصائية لمقدار تغير ميل خط انحدار كمية الهطل 2010-1970 بالملم	متوسط كمية الهطل 2000 - 1970 بالملم	متوسط كمية الهطل 2010-2001 بالملم	مقدار التغير بالملم	الأهمية الإحصائية لتغير متوسط كمية الهطل
		كامل الفترة	في العام					
اللاذقية	الهطل السنوي	-124.7	-3.1	-	729	691	-38	-
	النصف الصيفي	18.1	0.5	-	106	104	-2	-
	النصف الشتوي	-142.8	-3.6	-	623	587	-36	-
	الشتاء	-41.5	-1.0	-	393	413	20	-
	الربيع	-94.6	-2.4	++	160	99	-61	++
	الصيف	4.2	0.1	-	10	14	4	-
	الخريف	7.3	0.2	-	167	164	-3	-

المصدر : من عمل الطالبة بالاعتماد على Excel

- محطة طرطوس:

يتراجع خط الانحدار العام السنوي للهطل خلال كامل الفترة الزمنية (1970-2010) بحدود 78mm ، ويظهر من خلال الشكل رقم (4) أن تراجع كميات الهطل السنوية عن معدلاتها أخذ يتردد بشكل أكبر من عام 1990.

حيث ترتفع كميات التهطال إلى أعلى قيمة لها في عام 2003، وانخفضت إلى أدنى قيمة لها في عام1990 . حيث يبلغ متوسط كمية التهطال السنوية في هذه المنطقة خلال الفترة المدروسة (814mm)، وهي كمية مرتفعة نسبياً .



شكل (4) الاتجاه العام الخطي لمتوسط كمية الهطل السنوية خلال الفترة 1970–2010

المصدر : من عمل الطالبة بالاعتماد على Excel

فصلياً كان التراجع في خط الانحدار أمطار الربيع هو النتيجة الأبرز (–28.8) ، أما معدل التراجع في هذه المحطة فهو 2ملم /السنة .وعلى العموم تميز النصف الشتوي من السنة – وهو الفترة الممتدة من بداية شهر تشرين الثاني حتى نهاية شهر حزيران – بتراجع عام في الهطل خلال كامل الفترة وصل إلى 62.3–،وفي الربيع كان التراجع الأبرز خلال كامل الفترة ليبلغ (–86.1) ، ومن الملاحظ أيضاً أن أمطار النصف الصيفي ، وأمطار فصل الخريف لم يحدث فيها أي تغير يستحق الذكر، ويوضح ذلك الجدول رقم (4).

جدول رقم (4) : يوضح مقدار ميل خط انحدار كميات الهطل ومتوسطاتها بملم والأهمية الاحصائية لميل خط الانحدار وفروق المتوسطات في طرطوس :

(+++) > % 99 مهم إحصائياً؛(ثقة مطلقة أو تكاد)، % 95 (++) >مهم إحصائياً ؛(ثقة مرتفعة جدا)

% 90 (+) > مهم إحصائياً؛ (ثقة مرتفعة) ، (ـ) ≥ % 90 >غير مهم إحصائياً)

المحطة	الفصل	مقدار تغير ميل خط انحدار كمية الهطل 1970-2010 بـ الملم		الأهمية الإحصائية لمقدار تغير ميل خط انحدار كمية الهطل 1970-2010 بالملم	متوسط كمية الهطل 1970 - 2000 بالملم	متوسط كمية الهطل 2001-2010 بالملم	مقدار التغير بالملم	الأهمية الإحصائية لتغير متوسط كمية الهطل
		كامل الفترة	في العام					
طرطوس	الهطل السنوي	-77.5	-1.9	++	805	841	36	++
	النصف الصيفي	-15.1	-0.4	++	98.4	97.7	-0.7	++
	النصف الشتوي	-62.3	-1.6	++	706.7	742.9	36.2	++
	الشتاء	27.0	0.7	++	453.2	504.6	51.4	++
	الربيع	-86.1	-2.2	++	158.4	129.6	-28.8	++
	الصيف	-30.1	-0.8	ـ	12.6	1.2	-11.4	ـ
	الخريف	11.7	0.3	++	180.8	205.2	24.4	++

المصدر : من عمل الطالبة بالاعتماد على Excel

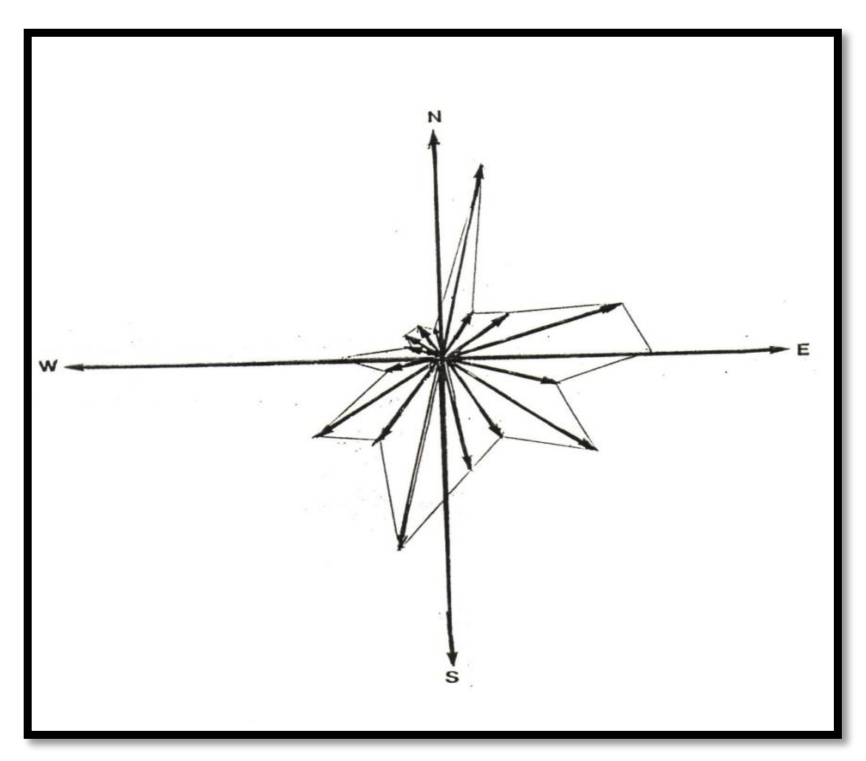
يترافق ارتفاع درجات الحرارة و تراجع معدلات الهطل في الساحل السوري مع تزايد معدلات التبخر، مما سيؤدي إلى تزايد الحاجة للماء، للاستخدامات المختلفة.

2-2-1-3- الرياح :

يمكن تقسيم السنة إلى فترتين تتسمان بخصائص مميزة فيما يتعلق بالرياح السائدة :

أ- **فترة مستقرة من نيسان إلى أيلول**: ويكون فيها الطقس مستقراً مع رياح خفيفة الشدة غربية إلى جنوبية غربية .

ب- **فترة غير مستقرة من تشرين الأول إلى آذار**:تغدو فيها الظروف الجوية غير مستقرة، وتتواتر الرياح الشمالية الشرقية والشمالية في حين تهب العواصف من الجنوب والغرب، وتكون عادة قصيرة المدة، لكنها قد تستمر أحياناً مابين 4-3 أيام، وفي حالات نادرة تستمر أسبوعاً كاملاً.



شكل (5) وردة الرياح في المنطقة

المصدر: إعداد الطالبة

وسيتم دراسة الرياح دراسة مفصلة لما لها من أهمية في تكوين الأمواج :

فالرياح السائدة على الشاطئ السوري إجمالاً هي من الغرب والجنوب، وهي رياح معتدلة ورطبة، وتحمل غالباً الأمطار في فصل الشتاء .**أما الرياح الشمالية: فهي باردة جافة** نسبياً بينما تكون الرياح الشرقية باردة أو حارة تبعاً لفصول السنة، ولا تسبب أمواجاً بالقرب من الشاطئ .**وبالإضافة لهذه الرياح العامة هناك رياح محلية، وهي تتمثل بشكل خاص بالنسيم** البحري باتجاه الشرق، ونسيم اليابسة باتجاه معاكس .**الرياح الجنوبية :وهي رياح دافئة بشكل عام وتسبب أمواجاً، وذلك حسب شدتها**، وهي مناسبة للصيد إذا كانت غير شديدة وعند اشتدادها يحجم البحارة عن الإبحار ويطلق عليها نوّ، ويضيفون كلمة هال دلالة على اشتداد الأمواج بشكل كبير .**الرياح الغربية : وهي التي تهب على الساحل السوري من الغرب في فترات معينة من كل** عام وتكون مائلة للبرودة شتاءً أما في الفترات الاخرى فتكون لطيفة.

2-2-1-4- العواصف (الأنواء):

من الملاحظ أن الأنواء بالنسبة للساحل السوري قليلة، وذلك لأن تأثره بها محدود فامتداد المتوسط أكثر مايكون بين شرق وغرب، لذلك كان تأثير الرياح الغربية على الساحل السوري أكثر ما تهب في فصل الشتاء، وتكون ذروتها في نهاية شهر شباط، وتستمر لمدة أسبوع، وأحياناً أكثر. وتعرف ب (الحسوم) وهي تسبب أمواجاً عالية وكان البحارة لا يخرجون بسفنهم أثناء هبوب هذة الرياح .ويعدُّ فصل الربيع فصل الأمواج على مدار العام، فبعد انتهاء الحسوم

تبدأ الأمواج على فترات غير محددة، وتعرف الأمواج التي تتكون عادة ب(فراتين)، وقد تستمر عدة أسابيع من فصل الصيف غير أن فصل الخريف وبداية الشتاء يعدّان قمة في هدوء أمواج البحر، وهذه الفترة يطلق عليها البحارة (غلّينه)، وهي الحالة التامة لهدوء الأمواج المشجعة على الإبحار [1].

2-2-2- التبدلات المناخية في الدور الرابع وأثرها على خط الشاطئ :

يمثل العصر الجليدي البلايستوسيني أحدث مراحل تاريخ الأرض، وقد انفرد بطابع مناخي يميزه تمييزاً واضحاً عن لاحقه العصر الجيولوجي الحديث ،وعن سابقه عصر البلايوسين آخر عصور الزمن الثالث ، وأهم ظاهرة طبيعية تميز العصر الجليدي هي الغطاءات الجليدية .

ففي كل فترات الزحف الجليدية البلايستوسينية التي بلغ عددها أربع فترات على الأقل تبعاً للنظام البنكي Das Penckische System، ولم يكن عصر البلايستوسين عصراً بارداً فحسب، بل أهم من ذلك أنه كان يتميز بتبدلات مناخية حادة قصيرة المدى ،إذا ماقورن بالعصور الجيولوجية التي سبقته، فقد كانت تفصل بين الفترات الجليدية التي خلالها كانت تنشأ الغطاءات الجليدية ، فترات دفيئة كانت تسود خلالها أحوال مناخية تشبه مثيلاتها في العصر الحالي، بل أدفأ منها أحياناً . وقد قام كثير من الباحثين بتقدير وحساب التباين في مستوى مياه البحار والمحيطات في أثناء الفترات الجليدية، وغير الجليدية وهذا التباين عبر عنه "بالذبذبات الجليدية المائية في منسوب مياه البحار" وأقرب تقديرات الفرق الرأسي في مستوى مياه البحار إلى الصحة هي:90-100m بين المستوى الحالي لمياه البحار ومستواها في أثناء الفترة الجليدية الأخيرة (فورم Wuerm)، وحوالي 115-120m بين المنسوب الحالي لمياه البحار ومنسوبها في أثناء الفترة الجليدية قبل الأخيرة (ريس Riss)[2] .

ومما لاشك فيه أن الحركات الأيوستاتية الجليدية المائية ومايتبعها من تغير منتظم في مستوى مياه البحار بالارتفاع والانخفاض ، تعكس صورة التتابع المناخي في الدور الرابع بطريقة مباشرة، ولذلك فأهم مسألة تتعلق بهذا الموضوع هي مسألة التعرف على الذبذبات الأيوستاتية*، ثم ربطها بالفترات الجليدية وغير الجليدية، ويرجع الفضل للعالمين: الألماني (بنكA.Penck) والنمساوي بروكنر في إرساء القواعد الخاصة بالعصر الجليدي البلايستوسيني، وفيه تمكنا من تقسيم ذلك العصر إلى أربع فترات، وهي على التوالي من الأقدم إلى الأحدث :الغونز ، مندل ، ريس، فورم وهو التقسيم المعروف باسم (بنك)، أو التقسيم الرباعي Tetraglazialismus.

ولم تكن أحوال المناخ مستقرة ولا متجانسة في أثناء كل فترة جليدية ، وكذلك الحال في فترات

---

[1] مثقال السبيهي، دراسة بيولوجية لمياه الساحل السوري ، اطروحة ماجستير ،جامعة تشرين" 1994-1995" ص18.

[2] جودة حسنين جودة ، الجغرافية الطبيعية لصحاري العالم ، منشورات جامعة الاسكندرية ، 1997، ص 454.

* الذبذبات الجليدية الأيوستاتية Glacio-eustatic : هي الذبذبات التي نشأت عن التبدلات المناخية التي حدثت خلال المليون سنة الأخيرة التي يضمها الدور الرابع فقد توالت خلال الدور الرابع فترات باردة جليدية وأخرى دافئة غير جليدية .

الدفء التي فصلت بينها ، بل كانت تحدث في أثنائها ذبذبات حرارية، حيث يمكن التعرف على المناسيب العالية لمياه البحار باعتبارها تمثل ذبذبات جليدية أيوستاتية ،عندما يتبين من دراسة الرواسب والتكوينات وماتحتويه من حفريات ، أو من دراسة نوع وطبيعة التعرية والإرساب التي حدثت خلال فترة دفيئة . وعندما نصادف خطوط السواحل القديمة على منسوب أكثر ارتفاعاً بكثير من خط الشاطئ الحالي ، فإننا حينئذ ينبغي أن نستبعدها من النظام الأيوستاتي الجليدي، لأنها قد تكون عانت من حركات رفع تكتونية Tectonic أو توازنية Isostatic .

وقد حظي حوض البحر المتوسط بالدراسات الرائدة الخاصة بالتغيرات في المنسوب البحري العام في العصر الجليدي البلايستوسيني وتتفق دراسات ميرزاييف (1962) مع أبحاث دوفوماس في إعداد الأرصفة الرئيسة ، كما تميزت بالدقة في التأريخ : الرصيف السفلي على ارتفاع يتراوح بين 2-5 أمتار تليه إلى أعلى أربعة أرصفة مناسيبها كالآتي على التوالي :10-20م، 30-40م ،ومن 60-80متراً ،و90-120م كما نلاحظ إصرار الباحثين الفرنسيين في العثور على درجات بحرية أكثر ارتفاعاً بلغ عددها سبع درجات أعلاها على منسوب 215 متراً [1] وبطبيعة الحال فالأرصفة المنخفضة الحديثة هي أكثر الأرصفة اتساعاً واستمراراً وانبساطاً، وتنحدر تجاه البحر انحدارا هيناً وتقوم عليها معظم حقول الزراعة في السهول الساحلية، وشيدت عليها المدن والقرى الساحلية .أما الأرصفة العالية فقد أصابتها عوامل التعرية بشكل قضى على معظم أجزائها .

الجدول (5) الربط بين كل فترة زمنية من الحقب الرابع مع ما يقابلها من الجليديات والفترات ما بين الجليدية بالإضافة للطغيانات البحرية التي تقابلها:

الزمن الجيولوجي	العمر	الجليدية المعاصرة	الطغيان البحري
البلايستوسين الأسفل (Q1)	1.8-0.7 مليون سنة	الغونز – مندل	الميلازي
البلايستوسين الأوسط (Q2)	0.7-0.1 مليون سنة	مندل مندل –ريس ريس	التيراني
البلايستوسين الأعلى (Q3)	0.1-0.01 مليون سنة	ريس- فورم 1 فورم2	الموناستيري 1 الموناستيري 2
الهولوسين (Q4)	0.01 وحتى اليوم	نهاية الفورم مابعد الفورم	الفيلاندري

المصدر : من عمل الطالبة

[1] جودة حسنين جودة ، الجغرافية الطبيعية لصحاري العالم ، منشورات جامعة الاسكندرية ، 1997، ص467.

وفيما يأتي سيتم دراسة التبدلات المناخية خلال الدور الرابع وتأثيرها على تغيرات مستوى سطح البحر على طول الساحل السوري :

2-2-2-1- **<u>فخط الشاطئ خلال البلايستوسين القديم</u>** : لم يكن مستقراً نتيجة للحركات التكتونية التي أصابت القارة، ومن ثم نشط الحت بشكل كبير، وشهد سطح البحر بعد ذلك تغيرات كان نتيجتها هبوطاً دائماً في مستواه منذ البلايستوسين الأدنى حتى الوقت الحاضر، **وذلك من مستوى 120م إلى المستوى الحالي لسطح البحر، وهو مايعرف بالحركات الأيوستاتية.** علماً أن خط الشاطئ خلال البلايستوسين الأدنى كان أكثر تعرجاً مما هو عليه في الوقت الحاضر، ففي شمال اللاذقية يبقى رأس البسيط (فيما عدا مقدمة الرأس) كما هو في الوقت الحاضر رأساً متقدماً داخل البحر، ويحصر رأس قره قول القديم (رأس الفاسوري الحالي) ورأس اللاذقية القديم (رأس الكورنيش الجنوبي الحالي) بينهما خليجاً واسعاً يشغله الآن سهل اللاذقية، وهنا تشكلت جزيرتان أمام رأس اللاذقية . أما في جنوب رأس اللاذقية فقد توغل البحر حتى غرب بلدة القرداحة مكوناً خليجاً واسعاً بينه وبين رأس نهر السن الموجود حالياً داخل اليابس . وفي كل من جنوبي بانياس وشمال طرطوس يبقى خط الشاطئ شبيهاً بالساحل الحالي، نظراً لاقتراب الجبل من هذا الساحل .أما الجنوب من طرطوس فإن خط الشاطئ يتوغل تدريجياً في اليابس ليصل إلى أقصى عمق له عند خليج عكار .

2-2-2-2- **<u>انحسار الغونز وتكوين المراوح الغرينية :</u>** هو أول انحسار بحري جليدي شهده البلايستوسين نتيجة تراكم جليدية الغونز فوق شمال أوربا وأمريكا الشمالية، بعدها حدث طغيان بحري للفترة اللاحقة (الغونز –مندل)، وهنا ارتفع منسوب البحر لأكثر من 60 متراً، حيث نلاحظ ثخانة رواسب المراوح الغرينية إلى الشرق من جبلة (بثخانة m5)، وهذه الثخانة دليل على ماوصلته الظروف الرطبة خلال جليدية الغونز، فالتعرية الشديدة للمنطقة كانت تحدث في فترات انخفاض مستوى سطح البحر الذي يتوافق مع الفترات الجليدية لشمال أوروبا .حيث غطت الرواسب الشاطئية للبلايستوسين الأدنى المنطقة الشرقية من جبلة، نظراً لارتباط هذا الموقع بجبال اللاذقية التي أسهمت بتراكم هذه الرواسب كما وطورت الشبكة النهرية في هذه الفترة مجاريها في كل من البسيط وسفوح جبال اللاذقية، وخاصة النهر الكبير الشمالي .

2-2-2-3- **<u>الطغيان البحري الميلازي في البلايستوسين الاسفل (غونز- مندل) :</u>** عند نهاية جليدية الغونز بدأ طغيان بحري بالارتفاع التدريجي من 40-60م، ووصل إلى أوجه في فترة (الغونز –مندل) البين جليدية ونحت البحر جرفاً عالياً يصل ارتفاعه إلى 30م، وتقع قاعدته حالياً عند 80 م في كل من شمال اللاذقية وجنوب النهر الكير الشمالي وسهل جبلة، حيث يظهر خط الشاطئ في منطقة البسيط مشابهاً تماماً لما كان عليه خلال البلايستوسين الأدنى، أما في سهل اللاذقية فقد ظهرت أمام خط الشاطئ ما يمكن أن نطلق عليه جزيرة برج سلام التي يصل منسوبها إلى 89 م . ويمر خط الساحل من جنوب نهر قنديل ماراً بقرى

صليب التركمان وخربة الجوزة وقرب جبرو، وفي الوقت الذي حافظ فيه خط الشاطئ على شكله العام في سهل اللاذقية إلا أنه تعدّل بشكل عام، وبصورة كبيرة إلى الجنوب من نهر الكبير الشمالي، حيث تلاشى الخليج الذي تكون في البلايستوسين الأدنى وأصبح خط الشاطئ موازياً لما كان عليه في الوقت الحاضر، ويبقى خط الشاطئ في شمال وجنوب بانياس حتى شمال طرطوس دون تعديل يذكر عما هو عليه الآن[1] .

2-2-2-4- **انحسار المندل وتكون الكثبان والحجر الرملي جنوب المنطقة :** حيث حدث انحسار بحري في البلايستوسين الأوسط وصل مداه إلى مستوى سطح البحر الحالي، حيث قابل هذا الانحسار فترة مندل الجليدية، وتجدد شباب الأنهار، وبدأت بنحت قيعانها لتتلائم مع مستوى القاعدة الجديد، ساد المناخ الرطب المنطقة خلال هذه الجليدية، وزادت معه التعرية في الأقسام الجبلية من المنطقة الساحلية، وأدت إلى تشكل المراوح الغرينية .

2-2-2-5- **الطغيان البحري التيراني في البلايستوسين الأوسط (مندل – ريس):** حيث طغى البحر بعد تبدل المناخ وذوبان جليدية المندل، وغطى مناطق متباينة في تضاريسها ووصل مستواه إلى 40 م ، فشاطئ ال (40م) من المستويات الأكثر وضوحاً على الساحل ابتداءً من رأس البسيط، وصليب التركمان، وسهل اللاذقية، ورأس اللاذقية قديماً، وجنوب نهر الكبير الشمالي، وسهل جبلة، وشمال وجنوب بانياس حتى طرطوس . وخط الشاطئ تعدّل بصورة كبيرة إلى الجنوب من نهر قنديل، وبقي رأس قره قول (الفاسوري حالياً) بعيداً عن هذا الطغيان، وبرز بصورة نهائية منذ ذلك الوقت، بينما برز رأس اللاذقية على شكل جزيرة مستطيلة ممتدة أمام خط الشاطئ الذي يمر قرب قرية بساتين الريحان ،ولا يختلف خط الشاطئ إلى الجنوب من النهر الكبير الشمالي عما هو عليه في الطغيان الميلازي ،وفي سهل جبلة كان خط الشاطئ يمر قرب قرية حميميم وإلى الشرق من بسيسين وعند منبع رأس السن ،ليقترب خط الشاطئ جنوب مدينة بانياس من الشاطئ الحالي حتى جنوب مدينة طرطوس التي يتوافق بعدها خط الشاطئ مع السمات العامة لخط الشاطئ السابق ،والأنهار خلالها قامت بملء قيعانها برواسب نهرية تدل مكوناتها الصغيرة الحجم على أن الظروف المناخية كانت أقرب للجفاف خلال هذه الفترة، ويظهر ذلك في مصطبة النهر الكبير الشمالي، ونهر الصنوبر التي تراكمت مكوناتها في ذلك الوقت .

2-2-2-6- انحسار الريس وتكون الجزر الرملية : في جليدية الريس انحسر البحر بشكل كبير إلى ما دون مستواه الحالي، وهنا بدأ البحر بهجر الشاطئ 40م، وتكونت الكثبان الرمليه المتحجرة التي تعدّ من أهم الظاهرات في هذه الفترة، خاصة

[1] محمد سعيد البارودي،منطقة الساحل السوري دراسة جيومورفولوجية ،جامعة عين شمس ،1984م، ص255-256.

لارتباطها بعدد من جزر الساحل (بصيرة –أرواد – العباس – المقرود) ،حيث أشار دفوماس وفان لير إلى أن هذه الجزر هي كثبان ساحلية تكونت في أثناء انحسار البحر، ثم غرقت بالطغيان البحري اللاحق، ومن المرجح أن هذه الجزر إنما نجمت عن تكوين حاجز رملي يكون طرفه الأمامي قد شكل خط الشاطئ في أثناء الانحسار ؛وطبعاً هذا التفسير لم يتضح فقط في امتداد هذه الجزر على خط واحد، وإنما في تركيب هذه الجزر التي يظهر فيها الحجر الرملي .

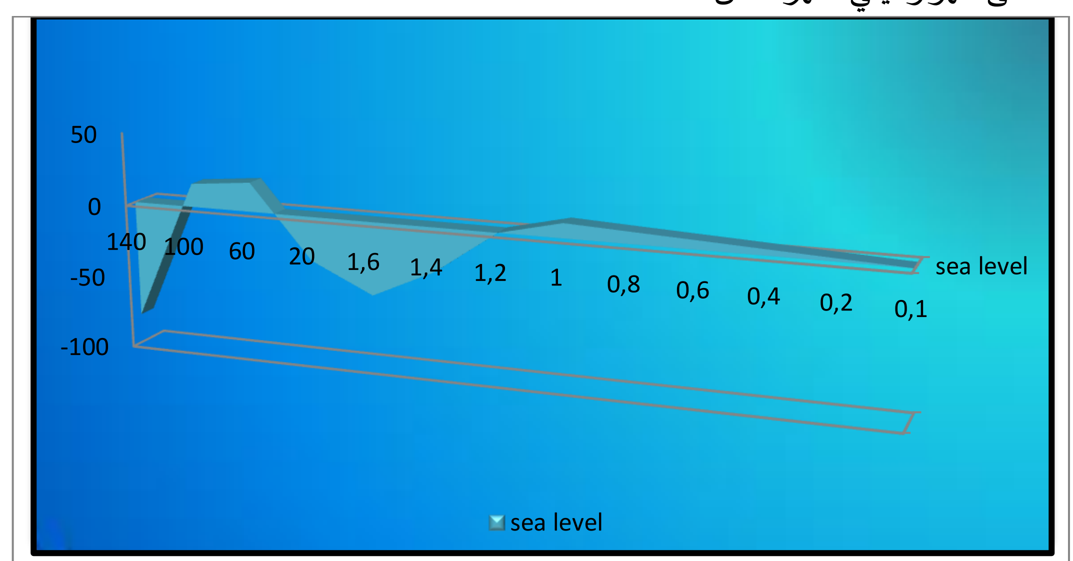
2-2-2-7- <u>الطغيان الموناستيري (ريس – فورم):</u> عاد منسوب البحر للارتفاع في آخر جليدية (الفورم)، ولكنه لم يصل إلى ماكان عليه في الطغيان السابق، وتوقف عند منسوب (20م) . أما التعديلات التي طرأت على خط الشاطئ فهو تزحزحه نحو الغرب واتصال رأس اللاذقية باليابس بعد أن كان على شكل جزيرة في الطغيان السابق ، ولم يترك هذا الطغيان سوى رواسب ضئيلة، ويمكن القول إنها نادرة، وذلك لضعف النحت خلال هذه الفترة، وقصر فترة الطغيان .

2-2-2-8- <u>الانحسار البحري الفورمي وتكوين المراوح الغرينية الضخمة :</u> حدث انحسار بحري على نطاق واسع وصل إلى (100م) عن المنسوب الحالي للبحر، وسادت المنطقة ظروف مناخية لم تشهدها من قبل قامت الأودية النهرية المنحدرة من جبال اللاذقية وجبال البسيط بتقطيع الجروف البحرية القديمة، وخاصة تلك التي شكلها الطغيان البحري التيراني والموناستيري، خاصة أن مرحلة الفورم الجليدية كانت من أعظم الفترات مطراً على منطقة الساحل الشرقي للبحر المتوسط .

2-2-2-9- <u>الطغيان البحري الموناستيري(2) (فورم 1–فورم2):</u> وهنا حدث طغيان بحري وصل لمنسوب 10أمتار ، وخط الشاطئ خلال هذا الطغيان لم يختلف كثيراً عن الساحل الحالي، وأن هذا الطغيان لم يحصل على الوقت الكافي لتطوير جروف مهمة تؤثر في المظهر المورفولوجي للمنطقة الساحلية، وعلى الرغم من ذلك فقد حفظت لنا بعض المواقع التي نحت فيها البحر الموناستيري (2) ضمن صخور صلبة، كما هو الحال في رأس البسيط، وساحل صليب التركمان وقرب بانياس وطرطوس . وتشير معظم الدراسات التي تمت في حوض البحر المتوسط الشرقي إلى انخفاض درجات حرارة وملوحة مياهه خلال فترة الفورم الجليدية ومابعدها، نظراً لاستقباله كميات هائلة من المياه الناتجة عن ذوبان الجليد .وهنا نشطت عمليات التعرية الكارستية خلال الطغيان البحري (فورم1–فورم2) على طول الساحل السوري، وهو مايفسر لنا الأشكال الساحلية المطمورة على سطح الموناستيري في رأس البسيط .

2-2-2-10- <u>الطغيان الفلاندري عقب جليدية:</u> ارتفاع مستوى سطح البحر خلال6-7 آلاف سنة الأخيرة بمقدار (2-3 أمتار) من الموضوعات المهمة للجيومورفولوجيين في الوقت الحاضر، والأكثر إثارة للجدل حيث ربط المستوى (2-3م) بالطغيان الفلاندري على الساحل

السوري ،ولم يختلف خط الشاطئ كثيراً عما هو عليه في الوقت الحاضر، أما أهم الظواهر فهي انخفاض منسوب سهل اللاذقية إلى الغرب من قرية ابن هاني عن (3أمتار)، ومن المحتمل أن يكون البحر قد غطى هذا الجزء خلال الطغيان الأخير، وسبب ارتفاع مستوى سطح البحر ردم الأودية في المجاري الدنيا للأنهار بوساطة غرين دقيق كان مصدره جوانب الأودية . وقد سدت مصبات الأودية بوساطة رمال الكثبان الساحلية وحصى الشاطئ، وماتزال هذه الأودية مسدودة حتى الآن إما بفعل رمال الكثبان كنهر الكبير الشمالي، ونهر الصنوبر أو بوساطة حصى الشاطئ الهولوسيني كنهر السن [1] .



الشكل (6) تغير منسوب سطح البحر في الرباعي

المصدر : من عمل الطالبة

2-2-3- التغيرات المناخية وأثرها على خط الشاطئ الحالي :

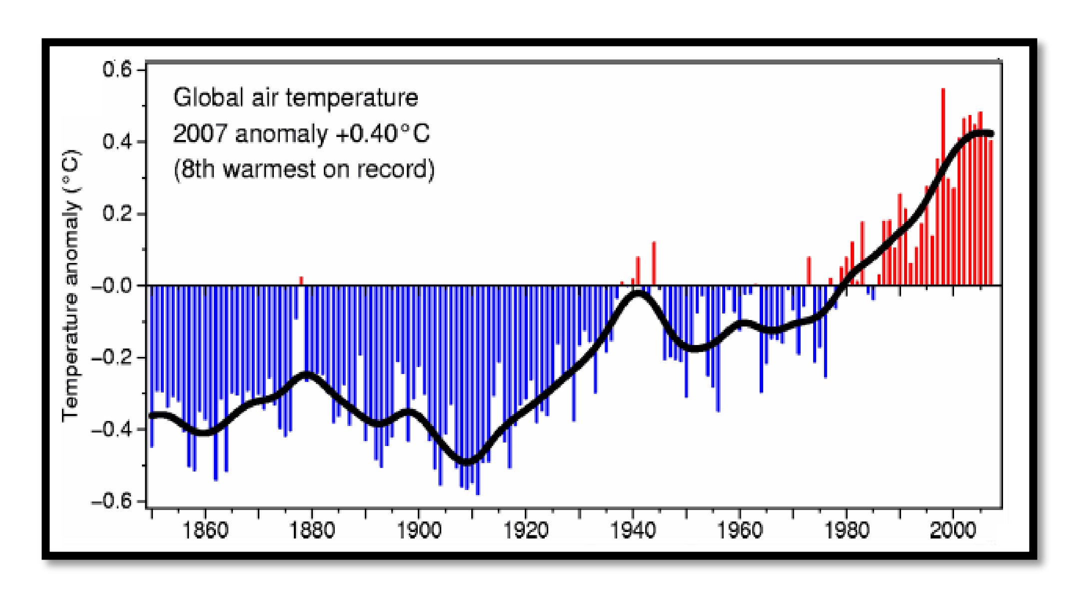
ارتفع المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السنوية خلال 100 عام (1905- 2005) بحدود 0.74°، لتزيد عدد الأيام والليالي الحارة في الأعوام الخمسة وخمسين الماضية، وليصبح قدوم موجات الحر في معظم مناطق اليابسة يتكرر أكثر من ذي قبل .

والسنوات ما بعد عام 1995 كانت الأعلى حرارة في تاريخ القياسات، وبلغت ذروتها عامي 1998 و 2010 ، فالمناخ حالياً أدفأ بـ5 درجات عن آخر عصر جليدي قبل 10000 سنة.

ومع ذلك لم يكن الاحترار ثابتاً، أو متشابهاً في مختلف الأوقات، أو المواقع، فبعد عام 1850 بدأت الجليديات الصغرى بالتراجع، ورافق ذلك ارتفاع في حرارة الجو المتوسطة ليأتي المناخ الدافئ القاري ابتداءً من النصف الثاني للقرن التاسع عشر، حيث زالت الجليديات القارية والجبلية، وارتفع خط الجليديات، وأخليت الأحواض القطبية جزئياً من الجليد.

---

[1] محمد سعيد البارودي ، منطقة الساحل السوري دراسة جيومورفولوجية ، مرجع سابق .



الشكل (7) تغيرات الحرارة العالميه من 1850 – 2000م

المصدر : https://ar.wikipedia.org/wiki

تشير الدراسات كمعدل عالمي إلى أن الاحترار قد حصل في القرن العشرين على مرحلتين: الأولى : من عام 1910 م حتى عام 1940 (0.35°م)، والثانية: من عام 1970حتى الآن، وهي الأكثر قوة (0.55°م)، وقد حدث معدل احترار مرتفع خلال السنوات الخمس والعشرين المنصرمة.

وتوافق الاحترار العالمي مع ارتفاع مستوى سطح البحر منذ عام 1961 بمعدل متوسطه 1.8ملم/ سنة، وبمعدل متوسطه 3.1 ملم/ سنة منذ عام 1993، بسبب ذوبان جليديات القطبين[1].

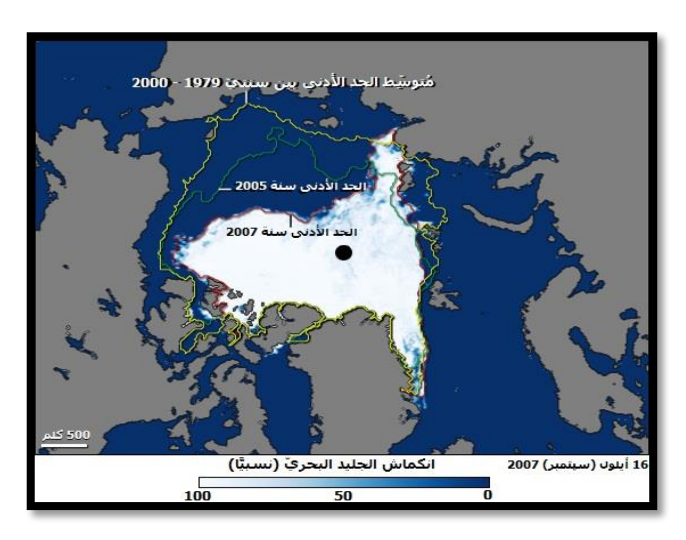
وهذا يتماشى مع التوقعات الفيزيائية ونتائج معظم نماذج تغير المناخ، ويأتي التأكيد على الاحترار العالمي من دفء المحيطات، وارتفاع مستوى سطح البحر وذوبان الجليد، وتراجع جليد البحر في القطب الجنوبي، كما يتأكد ذلك من خلال تراجع الغطاء الجليد في نصف الكرة الشمالي [2].

في حال استمر الاحترار على ما هو عليه اليوم، فسيكون لتبدل المناخ خلال هذا القرن نتائج غير اعتيادية على الأصعدة الزمنية الماضية ويعد السبب في تبدل المناخ مظهراً آخر من مظاهر تبدل المناخ الحالي، كون تبدلات المناخ السابقة كانت طبيعة المنشأ، أما معظم الاحترار الذي سجل في خلال الخمسين سنة الماضية فمرده للأنشطة البشرية.

---

[1] طارق محمد الكاشف ، نمذجة التغيرات المناخية في مصر ،اطروحة دكتوراه ، جامعة جنوب الوادي ، القاهرة ،2014 ،ص26.

[2] تأثير تغير المناخ المتوقع على الساحل السوري لصالح "مشروع إعداد البلاغ الوطني الأول للتغيرات المناخية "مدير المشروع د.يوسف مسليماني .حزيران -2008 . سوريا ص8.



الشكل (8) ذوبان الجليد في القارة القطبية الشمالية

المصدر : https://ar.wikipedia.org/wiki

حيث أثبتت التقارير الصادرة عن جامعة شرق إنجيلينا حتى عام2030 وفق السيناريوهات المطورة لتبدل المناخ في الساحل السوري مستقبلاً حدوث ارتفاع متواصل في درجة حرارة الهواء في السهول الساحلية من 0.8° إلى 1.2° حتى عام 2030 سترافق مع ارتفاع بمستوى سطح البحر بمقدار(12CM ±18CM)، وبمقدار 22CM+ حتى عام 2050 وبين (28cm+،60cm+) لعام 2100 .

الجدول (6) تغير المناخ في الساحل السوري وفق السيناريوهات المطورة من جامعة شرق إنجيليا من عام 2000حتى عام2030.

	درجة الحرارة م°		مستوى البحر
	السهول	الجبال	
السنوية	0.8 إلى 1.2	1.0 إلى 1.6	+18 سم ± 12سم
الشتاء	1.0 إلى 1.2	1.0 إلى 1.2	
الربيع	0.8 إلى 1.0	1.0 إلى 1.2	
الصيف	1.1 إلى 1.2	1.2 إلى 1.6	
الخريف	1.0 إلى 1.2	1.2إلى 1.4	

المصدر : أخذ من السيناريوهات المقترحة من قبل جامعة شرق إنجيليا (University of East Anglia) لتغير المناخ في الساحل السوري

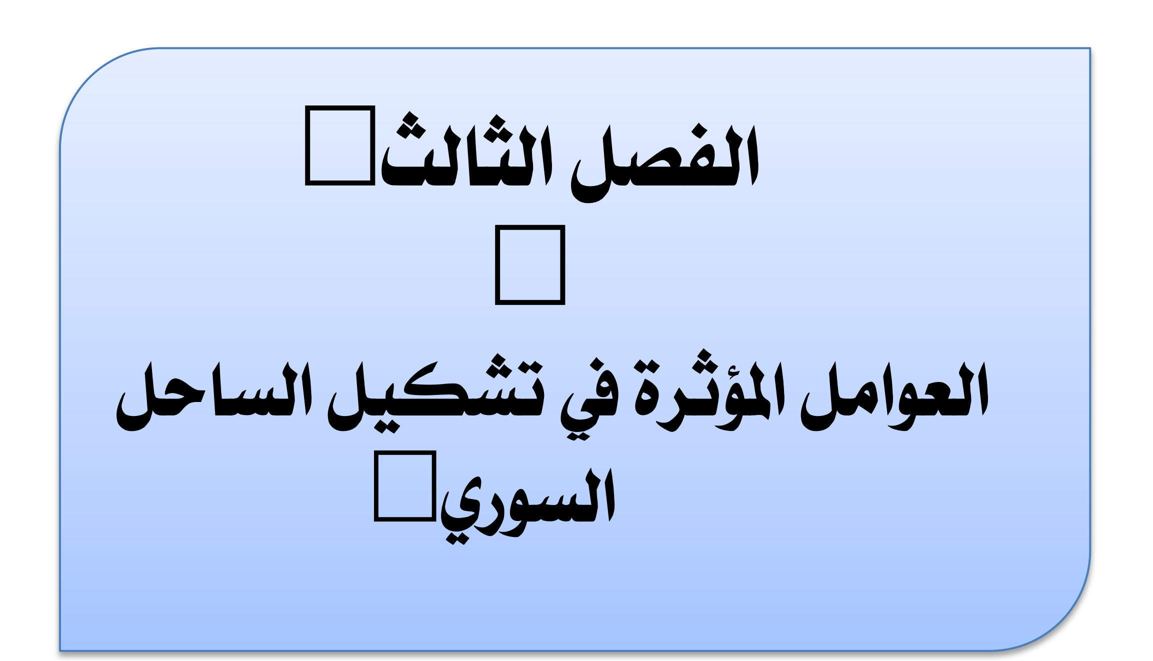
وقد استخدمت هذه السيناريوهات للحصول على معرفة شاملة عن التأثيرات الممكنة للتغيرات المناخية على ارتفاع منسوب مياه البحر الذي يشكل خطورة أساسية على المناطق الساحلية، حيث لوحظ في العقدين الماضيين وجود ارتفاع سريع في منسوب مياه البحر في البحر المتوسط، ولاسيما في الشرق، وذلك ناتج بصورة أساسية عن التمدد الحراري لمياه المحيطات ، إضافة إلى تأثير ذوبان الكتل الجليدية ،وبناء على نتائج سيناريوهات التغيرات المناخية، فإن القيم المستنتجة لمنسوب مياه البحر لعام 2100 هي بقيمة متوسطة قدرها 60، وقد التزمت هذه الدراسة بالمتوسط الذي وفرته التقارير.

وبشكل مشابه للمناطق الساحلية الأخرى في منطقة المتوسط فمن المنطقي أن هناك أجزاءً من الساحل السوري قد صنفت على أنها المناطق الأكثر تأثراً بارتفاع منسوب مياه البحر كنتيجة للتغيرات المناخية، وكنتيجة فإن ارتفاع منسوب مياه البحر له آثار فيزيائية على المناطق الساحلية، ويمكن أن نميز هذه الآثار بصورة رئيسة من خلال:

1) غمر المناطق المنخفضة والمناطق الرطبة المعرضة دائماً لتيارات المد والجزر
2) ازدياد ملوحة الأحواض المائية
3) زيادة الحت الساحلي
4) زيادة الفيضانات والأضرار الساحلية. وقد تقود عمليات الغمر الساحلية المتزايدة إلى خسائر اقتصادية اجتماعية كبيرة، كما في خسارة البنى التحتية الساحلية، وتهجير السكان وخسائر في الانتاج الزراعي . علماً ان أكثر السواحل حساسية للغمر هي السواحل الرملية، لذلك تم دراسة الامتدادات الرملية على طول الساحل السوري فيما سبق .

بالإضافة إلى المناطق الرطبة الساحلية ، ومناطق الدلتا والجزر الصغيرة، حيث يتسبب ارتفاع منسوب البحر بحت السواحل من خلال ازدياد فقدان الرواسب الموجودة على طول الساحل ،وغمر الأراضي المنخفضة ، وزيادة ملوحة مصبات الأنهار والأحواض المائية ، وارتفاع مناسيب المياه الجوفية في المناطق الساحلية وتفاقم الفيضانات الساحلية، وعلى الأغلب سيهدد حت السواحل النشاطات الساحلية، وسيتطلب ذلك انشاء وصيانة مكلفة للسواتر الساحلية[1].

[1] Ghaleb Faour , Syrian Sea Level Rise Vulnerability Assessment 2000-2100, Enabling activities for preparation of Syria s initial national communication to the NFCCC, 2008 , p13-12-29.


الفصل الثالث
العوامل المؤثرة في تشكيل الساحل السوري

3-1- النظام الساحلي ومورفولوجية الشاطئ العامة :

يعد الساحل من النظم المفتوحة open system، ولذلك فإن حدوده الجيومورفوجية يصعب كثيراً تتبعها وتحديدها.

وتتمثل المدخلات Inputs من الطاقة للنظام الساحلي في الرياح والأمواج والمد والجزر وحركة الإزاحة على طول الشاطئ Long shore drift والأخيرة تنتج عن التفاعل بين المدخلات الرئيسة للطاقة وطبوغرافية الساحل الموضعية .

وكل هذه المدخلات تحتوي على طاقة حركية إلى جانب أن الأمواج والمد والجزر تحتوي على طاقة كامنة أيضاً، يضاف لذلك الطاقة الحركية من الجريان النهري إذا كان موجوداً في النظام الساحلي ، وتعد الرمال القادمة مع مياه الأنهار من المدخلات الرئيسة لبعض النظم الساحلية، حيث تأتي من أحواض هذه الأنهار إلى الساحل، وتترسب في العادة خلف خط الأمواج ،وقد تتحرك الرمال في أثناء اضطراب الأمواج Surges * من منطقة الشاطئ البعيد حتى خط الشاطئ Shore line وإن كانت أقل بكثير مما كانت في الماضي ، وتمثل الرواسب التي تأتي بها حركة الإزاحة على طول الشاطئ المدخل Input الرئيس الثالث للرواسب في النظام .

أما ما يخرج من النظام الساحلي Output من طاقة فهي تشبه المدخلات، وذلك لأن معظمها في صورة طاقة حركية ،فالتيارات المدية والأشكال المختلفة لفعل الأمواج، وكذلك الرياح تجلب الرمال من الشاطئ، وغالباً ما ترسبها بعيدة في الداخل [1].

تعكس مورفولوجية الشاطئ العامة تركيب رسوبيات الشاطئ والعمليات الفيزيائية الجارية عليه والعائدة للأمواج والتيارات ونقل الرسوبيات .

ويتوقف شكل الشاطئ على تفاعل عدد من العوامل المتداخلة مع بعضها بعضاً التى يمكن أن نحصرها فى مجموعتين من العوامل:

(الأولى) : تأثير حركة المياه وما يتعلق بها.

(الثانية) : تأثير طبيعة السواحل نفسها واختلاف تركيبه الصخري.

3-2- تأثير حركات مياه البحر :

إن ماء البحار والمحيطات في حركة دائمة والشواطئ هي مواقع للتداخل الحركي بين الأرض والبحر، لذلك فهي في عملية تشكل وتغير مستمرة تحت تأثير هذه الحركات المائية المتعددة.

* **surges** موج صاخب – اضطراب للأمواج : ونعني بها تموجات بحرية تحدث في عرض البحر وهي تموجات شاقولية تنشأ بعيداً عن المناطق التي عملت فيها الرياح او العواصف على تحريك الكتل المائية وهي موجات منتظمة تنتقل آلاف الكيلومترات عبر المحيطات

[1] محمد صبري محسوب ،الجغرافية الطبيعية(أسس ومفاهيم)،جامعة القاهرة دار الفكر 1996م،ص111.

3-2-1- تأثيرالأمـواج:

تعد الرياح مصدر الطاقة الرئيس الذي يشكل ويعدل في الشواطئ عن طريق الأمواج ، فالأمواج المتنقلة مسافات تبلغ المئات وأحياناً آلاف الكيلومترات تجد فجأة مايعترضـهاعن التقّدم عند التقاء الماء باليابس ، وبعبارة أخرى إن الشواطئ تمثل مواقع تصادم لقوة لاتقاوم مع جسم لايتحرك.[1]

فعملية **تكسر الأمواج** على الساحل تؤدي إلى انقلاب الحركة الاهتزازية الشاقولية للمياه إلى حركة أفقية تنتقل فيها المياه لتقوم بعمل مورفولوجي يؤثر على العنصر الصلب فالحركة الدورانية لذرات الماء في قمم الأمواج في عرض البحر تنقلب عند السواحل إلى حركة للمياه تقدمية على السطح مع اتجاه الموجة ، وتراجعية (من البر إلى البحر) على القاع، لذا تقوم هذه الأمواج بحمل ونقل المجروفات والرواسب باتجاه البحر ، أما في الأمواج المنخفضة فالحركة معكوسة (في الأعلى والسطح نحو البحر ، وفي القاع نحو البر) وتقوم بنقل المجروفات والرواسب باتجاه البر وتكوين ظهرات وتلال طولانية على شكل حواجز رسوبية . فتكسر الأمواج ولطمها للسواحل جانبياً يزداد شدة ولطماً باشتداد الريح وتزداد السرعة، وكذلك قوة الانتقال للمياه والأمواج عندما تكون الزاوية التي تلتقي فيها مع الساحل مائلة أكثر فأكثر، حيث تبلغ حدودها القصوى عندما تكون الزاوية (45 °)، أما إذا كانت الزاوية حادة أكثر من ذلك فإن القدرة تقل وتتضاءل .

فالموجة تمارس عملاً قد يكون كبيراً بفعل الضغط والصدم والقصف مستعينة بالعناصر الصلبة التي تحملها لتدفع الرياح الأمواج نحو خط الشاطئ، ويتقدر مدى ارتفاعها وطاقتها بقوة الرياح التي تسوقها وبطول الامتداد، ولهذا فإن موقع خط الشاطئ لاتجاه الرياح ولعرض البحر يعدُّ من أهم العوامل التي تؤثر في تشكيله وخاصةً موقعه بالنسبة لأقصى طول امتداد ومن ثم لأعظم الأمواج وهي الأمواج، الأقدر على القيام بعمليات التعرية وخاصةً أمواج العواصف التي قد يعادل تأثيرها في تشكيل السواحل في يوم واحد ما تستطيع الأمواج السائدة العادية فعله في عدة أسابيع .[2]

3-2-1-1- انحراف الأمواج :

فعندما تقترب الأمواج من خط الشاطئ فإنها تدخل منطقة العمق الانتقالي التي تتأثر فيها حركة الموجة بقاع البحر وتتفاعل معه ، ويمكن أن تتأثر عندئذ بمجموعة كاملة من العمليات التي تؤدي إلى تحولات في ارتفاع وشكل وسرعة واتجاه الأمواج .

فإذا اقتربت الأمواج من مياه يقل عمقها بشكل تدريجي (شاطئ رملي مثلاً) وكانت قممها تصنع مع خطوط الأعماق زاوية ما فإن الأمواج ستنحرف ليكون لجزء قمة الموجة الواقع في

---

[1] تاربوك –لوتجنز، ترجمة عمرسليمان حمودة وآخرون، منشورات مجمع الفاتح ، ص 351.
[2] جودة حسنين جودة ، معالم سطح الأرض ،مرجع سابق ص 370.

المياه الضحلة سرعة أقل من جزئها الواقع في المياه الأعمق، فإن قمة الموجة ستنحني بحيث تقل الزاوية بين قمة الأمواج وخطوط الأعماق . هذه الظاهرة تدعى بالانحراف .

فعند دخول الأمواج منطقة المياه الضحلة تنحرف قممها عند اقترابها من الشاطئ، وخاصة عندما يكون شديد الانحدار، أو عندما تقترب من حوائط من صنع الإنسان مثل حواجز الأمواج وغيرها. وانحراف الأمواج يشبه كثيراً انكسار الضوء عند اختراق الأشعة الضوئية مجالات مختلفة في كثافتها ، فعندما تقترب الأمواج من الشاطئ فإن خطوط القمة crest linesتنحرف متوازية مع بعضها بعضاً في محاذاة خط الشاطئ، وهذا التغير في الاتجاه مع التغير في السرعة يسمى انحرافrefraction .[1]

والواقـع أن طبوغرافيـة القـاع وامتـدادات نتـوءات اليابسـة promontories وتوغـل الخلجـان، كلهـا تعمـل علـى انحـراف الأمـواج إذا مـا هبـت ريـاح محليـة بزاويـة علـى شـاطئ مستقيم، مما يؤدي إلى اقتراب الأمواج من الشاطئ في صورة منحرفة.

وعنـدما تتقـدم الأمـواج عنـد مـداخل الخلجـان – حيـث الميـاه عميقـة – تكـون أسـرع إذا مـا قورنـت بتقـدمها فـي الميـاه الضـحلة أمـام النتـوءات السـاحلية، حيـث ضـحالة المـاء تزيـد مـن فرصـة احتكـاك المـدار البيضـاوي لجزيئـات المـاء فـي الموجـة بالقـاع، ويعنـي ذلـك أن النتوءات الساحلية promontories موضع تركز لقوة تلاطم الأمواج عكس الخلجان.

ليكـون تـأثير عامـل انحـراف الأمـواج أكبـر علـى المواقـع البـارزة مـن الشـواطئ تجـاه المـاء وأقل منه بكثير في الخلجان.[2]

3-2-1-2-الخصـائص الفيزيائيـة لأمـواج البحـر المتوسـط والعوامـل المـؤثرة فيها:

- **الحرارة :**

تتميـز الميـاه البحريـة فـي الشـاطئ السـوري بفتـرة حراريـة بـاردة بـين شـهري كـانون الثـاني وآذار ومرحلـة حراريـة سـاخنة طويلـة مـن شـهر أيـار حتـى تشـرين الثـاني فخـلال الفتـرة البـاردة (فصـل الشـتاء) تكـون **ملوحـة** الطبقـة السـطحية للميـاه منخفضـة إلـى حـد مـا بينمـا تتـراوح درجـة الحـرارة بـين (14-16 °) خـلال أشـهر الشـتاء، حيـث تسـيطر علـى كتلـة الميـاه عمليـة خلـط حـراري عموديـة ناتجـة عـن صـعود ميـاه الأعمـاق بسـبب ظـاهرة الاحتكـاك مـع الريـاح والحركـات الصـاعدة للكتـل المائيـة. أمـا المرحلـة السـاخنة للميـاه : فتتوافـق مـع الفتـرة الصـيفية الدافئـة وتتميـز بتطبـق الطبقـة السـطحية وتتعـرض لتسـخين

---

[1] محمد صبري محسوب ، جغرافية البحار والمحيطات ، القاهرة ، دار الفكر العربي ، ص113-114

[2] عادل عبد السلام وآخرون،الجغرافية الطبيعية لسورية،منشورات جامعة تشرين،2003، ص212,213.

نـاتج عـن التبخـر الكثيـف واسـتقرار المنحـدر الحـراري خـلال فتـرة الجفـاف هـذه ، ولتتـراوح درجـة حـرارة ميـاه البحـر (29-26 °) خـلال أشـهر الصـيف ووصـل أعلـى متوسـط لمعـدلها السـنوي إلـى 30° درجـة مئويـة، بينمـا تـنخفض مـع العمـق لتسـتقر علـى 17°عنـد عمـق 100m . **أي أن قـيم درجـة حـرارة سـطح البحـر فـي منطقـة الدراسـة تتـأرجح بـين (15-30 °)**.[1]

- **<u>الملوحـة</u>** : فالتملح في الشريط الساحلي السوري يعزى إلى زيادة نسبة التبخر نتيجة الارتفاع العالمي في درجة حرارة الهواء ومياه البحر والنقص العام في جريان المياه العذبة نتيجة للاستغلال المكثف للأنهار؛ إذ إن عدد السدود القائمة حالياً هو 20سداً [2] ، **وقد تم تسجيل درجة ملوحة مياه البحر السطحية فوجد أن قيمها تتراوح بين (37-39 ppt)**.

<u>ففـي فصـل الصـيف</u> ونظـراً لشـدة التبخـر وتوقـف الأمطـار، وكـذلك ضـعف منسـوب ميـاه الأنهـار والمجـاري المائيـة الأخـرى، فـإن درجـة الملوحـة ترتفـع قلـيلاً لتصـل إلـى 39.6 بـالألف وهـذه قيمـة تعبـر عـن أكبـر القـيم فـي البحـر المتوسـط **<u>بينمـا تتنـاقص الملوحـة خـلال أشـهر الشـتاء</u>** لتصـل إلـى35.9 بـالألف ويعـود السـبب فـي ذلـك إلـى الهطـول المطري في أثناء فترة القياس 3.

وحسـب لاكومـب وتشـيرينيا عـام 1972م يعـد القسـم الشـرقي مـن المتوسـط (حـوض تكثيـف وتركيـز)، لأن الفاقـد مـن المـاء عـن طريـق التبخـر أكبـر مـن الميـاه العذبـة الآتيـة إليـه، ويعـوض البحـر المتوسـط الـنقص مـن ميـاه المحـيط الأطلنطـي لكـي يحـافظ علـى توازنـه مـن حيـث الملوحـة، وبـذلك يبقـى محتـواه مـن الأمـلاح ثابتـاً تقريبـاً، وهكـذا يحـول البحـر المتوسـط ميـاه المحـيط الأطلنطـي الداخلـة إليـه إلـى ميـاه كثيفـة ومالحـة، وهـذا التحويـل يـتم فـي الجـزء الشـرقي مـن البحـر المتوسـط، حيـث الميـاه الكثيفـة تشـكل الكتـل المائيـة المتوسـطة (تحـت السـطحية) التـي تمـر إلـى الأطلنطـي عبـر مضـيق جبـل طـارق عن طريق الأعماق.

3-2-1-3- طاقة الأمواج على الساحل السوري :

من المعروف أن الأمواج البحرية هي حصيلة العلاقة بين الطاقة الشمسية وفروقات الضغط التي تسبب الرياح التي تصطدم بسطح البحار والمحيطات مشكلة أمواج .

[1] بيانات المعهد العالي للأبحاث البحرية ، المهمة الاستكشافية السورية الروسية المشتركة لشرق المتوسط ، من 12 شباط إلى 11آذار 1992 م ص 47 .

2 الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، إدارة بحوث الموارد الطبيعية، مديرية الاحصاء والتخطيط، مشروع مسح الموارد الطبيعية والزراعية 2008 .

3 بيانات المعهد العالي للأبحاث البحرية ، خصائص أمواج ومياه سطح البحر في مدينة اللاذقية (سوريا) ، جرش ،المجلد العاشر العدد الأول ، 2005 ص62 .

حيث تعد الأمواج البحرية هي القوة الرئيسة لمعظم التغيرات التي تحدث على الشواطئ، وهي المسؤولة بشكل أساسي عن خلق التيارات البحرية ونقل الرواسب من منطقة لأخرى؛ فكلما كان **المسار البحري للرياح وزمن الهبوب كبيرين كان ارتفاع الموجة البحرية كبيراً**، وعليه يمكننا التنبؤ بارتفاع الموجة إذا علمنا سرعة الرياح في منطقة ما .

وذلك باستخدام نماذج رياضية للتنبؤ بالأمواج البحرية مثل(أنموذج جونسواب) الذي يمكن بواساطته معرفة ارتفاع الموجة البحرية والسرعة المصححة للرياح، وذلك بمعرفة سرعة الرياح وفق العلاقة الرياضية الآتية :

[1] $$WA = 0.71(W)^{1.23} \& H\frac{1}{3} = 2.4821 \times 10^{-2}\ W_A^2$$

WA: سرعة الرياح المصححة ب م/ثا .

W : سرعة الرياح مقاسة ب م/ثا .

H: ارتفاع الموجة مقاساً بالمتر . و T: الزمن الدوري للموجة البحرية بالثواني

أما طاقة الأمواج البحرية الحركية والكامنة لكل متر مربع فتتناسب طرداً مع كل من مربع ارتفاع الموجة البحرية وكثافة ماء البحر، وكذلك الجاذبية الأرضية والعلاقة التي تصف هذه الطاقة يمكن كتابتها بالشكل الآتي : $\boldsymbol{E = \frac{1}{8}PgH^2}$ وتقاس $(J.m^{-2})$

***P*: كثافة ماء البحر في منطقة الدراسة.**

$$\boldsymbol{P = 1025\frac{kg}{m^3}}$$

وتتعلق بكل من الملوحة ودرجة الحرارة والضغط والعوالق وتختلف من منطقة إلى أخرى أفقياً وشاقولياً.

***g*: ثابت الجاذبية الأرضية ويساوي 9.81م/ثا^2.**

***H*: ارتفاع الموجة وهو المتغير الأساسي في حسابات طاقة الأمواج البحرية ويقاس بالمتر.**

يعد ارتفاع الموجة هو المتغير الأساسي الذي يعتمد عليه في حساب طاقة الأمواج البحرية ففي منطقة الدراسة بلغ ارتفاع الموجة المميز 1.32m أما الارتفاع الأعظمي للأمواج فكان 3.75m من بداية عام 2002 إلى نهاية عام 2003 [2] . ووفقاً لبيانات المعهد العالي للأبحاث البحرية قد سجل متوسط ارتفاع أمواج في شرق المتوسط حوالي من 4-5 أمتار في حين بلغ ارتفاع الأمواج العالية من 7-8m ، حيث تحدث الأمواج العالية بتواتر منخفض جداً إذ تتكرر عدة مرات في العام. وقد تم الحصول على بيانات للتغيرات الشهرية للطاقة الوسطى للموجة البحرية مقدرة $(J.m^{-2})$ خلال الفترة من (1998-2014) من محطة الإرصاد الجوية في مطار الشهيد باسل الاسد والجدول الآتي يوضح ذلك :

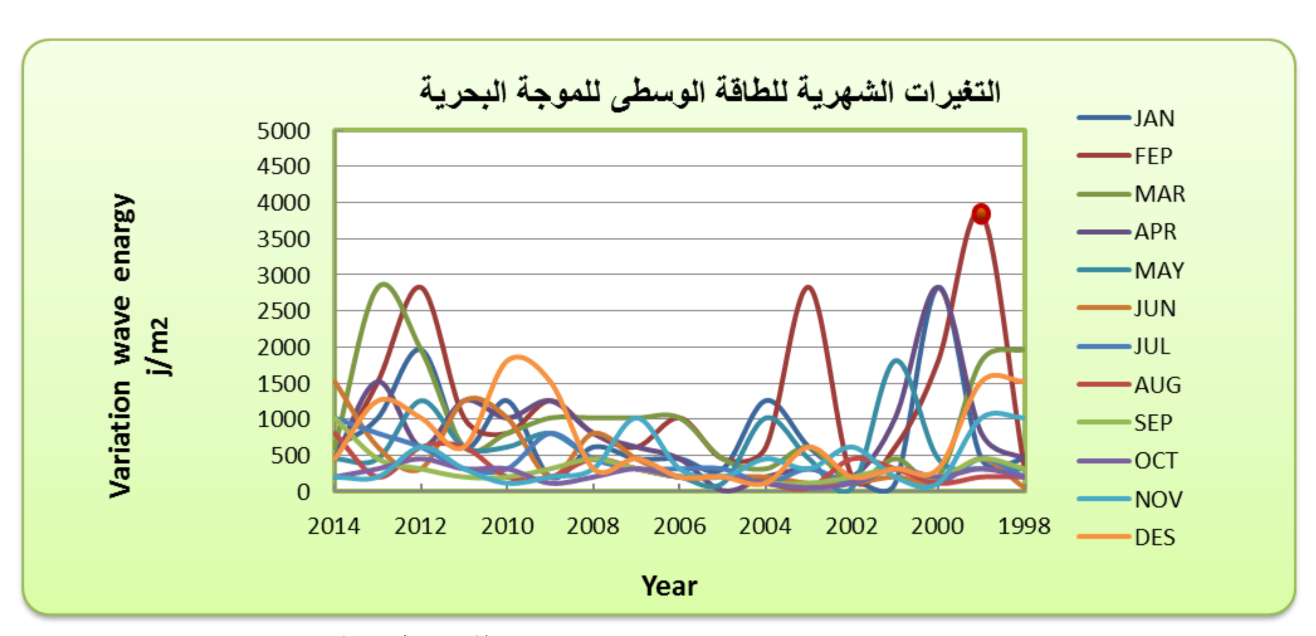
[1] سعد مصباح ، محمد عبد الرحمن ،مقدمة في الفيزياء البحرية ،الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري ، الاسكندرية ،2003،ص176

[2] بهجت ابراهيم،، دراسة بعض ميزات وخصائص أمواج ومياه سطح البحر بالقرب من المعهد العالي للبحوث البحرية في مدينة اللاذقية (سوريا) ، مجلة جرش للبحوث والدراسات ،المجلد العاشر ، العدد الأول 2005 ،ص60

جدول (7) التغيرات الشهرية للطاقة الوسطى للموجة البحرية مقدرة ب $(J.m^{-2})$ خلال الفترة 1998-2014 على الساحل السوري

DES	NOV	OCT	SEP	AUG	JUL	JUN	MAY	APR	MAR	FEP	JAN	year
1520.85	1018.09	201.1	314.22	201.1	201.1	50.27	314.22	452.48	1963.91	314.22	452.48	1998
1520.85	1018.09	314.22	452.48	201.1	452.48	452.48	314.22	804.42	1809.94	**3849.27**	452.48	1999
314.22	113.12	201.1	201.1	113.12	113.12	113.12	452.48	2828.09	201.1	1809.94	2828.03	2000
314.22	201.1	314.22	314.22	314.22	314.22	201.1	1809.94	1018.09	452.48	615.88	113.12	2001
201.1	615.88	113.12	201.1	452.48	113.12	113.12	50.27	201.1	113.12	201.1	201.1	2002
615.88	314.22	50.27	113.12	50.27	314.22	113.12	452.48	314.22	615.88	2828.03	615.88	2003
113.12	452.48	113.12	113.12	113.12	113.12	201.1	1018.09	201.1	314.22	615.88	1258.9	2004
201.1	201.1	201.1	201.1	201.1	314.22	201.1	113.12	**12**	452.48	452.48	314.22	2005
201.1	314.22	201.1	201.1	201.1	314.22	201.1	201.1	452.48	1018.09	1018.09	452.48	2006
452.48	1018.09	314.22	314.22	314.22	314.22	452.48	314.22	615.88	1018.09	615.88	452.48	2007
314.22	314.22	201.1	452.48	452.48	452.48	804.42	452.48	804.42	1018.09	804.42	615.88	2008
1520.85	201.1	113.12	314.22	201.1	804.42	201.1	804.42	1256.9	1018.09	1256.9	201.1	2009
1809.94	113.12	314.22	201.1	201.1	314.22	1018.09	615.88	1018.09	804.42	804.42	1256.9	2010
615.88	314.22	314.22	201.1	615.88	314.22	1256.9	615.88	1256.9	615.88	1018.09	615.88	2011
1018.09	615.88	452.48	314.22	615.88	615.88	314.22	1256.9	615.88	1963.91	2828.03	1963.91	2012
1256.9	201.1	314.22	452.48	201.1	804.42	615.88	452.48	1520.85	2828.03	1520.85	1018.09	2013
452.48	201.1	201.1	1018.09	804.42	1018.09	1520.85	452.48	452.48	615.88	452.48	615.88	2014

المصدر : محطة الارصاد الجوية في مطار الشهيد باسل الأسد



شكل (9) التغيرات الشهرية للطاقة الوسطى للموجة البحرية مقدرة ب $(J.m^{-2})$ بخطأ مقداره 13%

المصدر: إعداد الطالبة

يوضح الشكل أن الطاقة الوسطى الشهرية للموجة البحرية تتراوح ضمن المجال $(12-3849.27)(J.m^{-2})$ ، بخطأ مقداره 13%، ويظهر من الجدول أن أكبر قيم للطاقة الوسطى تحصل في أشهر كانون الأول وشباط وآذار ، بينما سجلت أعلى قيمة لطاقة الموجة البحرية وفقاً لبيانات المعهد العالي للبحوث البحرية حصلت خلال فترة الدراسة في 2002/12/20، وهي قيمة طاقة موافقة لأعاصير قوية بلغت شدة الرياح فيها 56.4 عقدة

وارتفاع الموجة حوالي 14m لتبلغ 246354 $(J.m^{-2})$ ؛ لذلك فعند بناء منشأة على شاطئ البحر في المنطقة فيجب أن نأخذ بعين الاعتبار على أن مقاومتها للأمواج يجب أن تتجاوز قيمة الطاقة 246354 $(J.m^{-2})$.

3-2-2- تأثير التيارات المائية البحرية:

تتمتع المحيطات بحركات محلية محدودة لكتل من الماء تعرف بتيارات المحيط .وهي عبارة عن حركة المياه السطحية في اتجاهات محدودة ثابتة وفق قوى مختلفة مثل الرياح السائدة وتباين كثافة المياه وقوى الجاذبية واختلاف سرعة دوران الأرض حول نفسها .[1]

3-2-2-1- العوامل الرئيسة التي تؤدي لنشوء التيارات:

- **الرياح :** وخاصة الدائمة منها حيث تدفع المياه البحرية السطحية في نفسه اتجاهها العام لتشكل **تيارات بحرية ريحية،** حيث تحرك الرياح (التي تنشط لمدة كافية أكثر من 12ساعة) الطبقة السطحية لمياه البحر والمحيطات فتولّد تياراً مائياً أفقياً يتحرك باتجاه منحرف عن اتجاه الرياح (40-20) إلى اليمين في نصف الكرة الأرضية الشمالي، وإلى يسار اتجاه الرياح في نصفها الجنوبي بسبب تأثير قوة كوريولوس التي يزداد تأثيرها مع ازدياد البعد عن دائرة الاستواء .

حيث تولد الرياح حسب إكمان Ekman تياراً سطحياً فوق المحيط المفتوح ينحرف بزاوية تصل إلى 45°، أما في المياه الضحلة فتنحرف بزاوية تصل إلى 15° وتزداد زاوية الانحراف للتيار مع ازدياد العمق وتتناقص سرعته لتصبح صغيرة جداً حوالي 4% من قيمتها عند السطح عند عمق حوالي 200m الذي يسمى عمق إكمان ، وهنا يكون اتجاه التيار معاكساً لاتجاهه عند السطح[2].

تتحرك كتلة االمياه تحت تأثير محصلة القوى باتجاه يشكله [زاوية قائمة] مع اتجاه الرياح إلى اليمين في نصف الكرة الأرضية الشمالي، فتولد الرياح إجهادات مماسية على سطح الماء فتنشأ التيارات المائية السطحية وتحسب سرعتها بالعلاقة الآتية:

$$V_o = \frac{0.0127}{\sqrt{\sin\emptyset}} W_{10}$$

V_o: سرعة التيار المائي السطحي مقدرة بـ (م/ثا).

W_{10}: سرعة الرياح (م/ثا) مقيسة عند ارتفاع 10 أمتار فوق سطح الماء.

$\emptyset$: دائرة العرض عند المنطقة المدروسة.

حيث تبلغ سرعته التيار البحري المنجرف بالرياح 4-2% من سرعة الرياح.

[1] محمد خميس الزوكة، جغرافية المياه ، جامعة الاسكندرية ، دار المعرفة الجامعية 1998ص342.

[2] علي محمد الأسعد ،وآخرون ،"مساهمة في تقويم التيارات البحرية "، ندوة الدولية للمرافئ البحرية وحماية الشواطئ ، طرطوس 2010، ص5.

- **حركة دوران الأرض حول محورها:**

فالحركة تؤدي إلى انحراف المياه باتجاه اليمين في نصف الكرة الشمالي وناحية اليسار في نصف الكرة الجنوبي، حيث تأثير حركة دوران الأرض في تحريك المياه البحرية والمحيطية يبلغ أقصاه عند القطبين في حين يتلاشى هذا التأثير بالاتجاه نحو دائرة الاستواء .

- **خصائص المياه البحرية والمحيطية وخاصة:** يعد البحر المتوسط بحراً ذا موازنة مائية سلبية، أي أن النقص الكبير الناجم عن التبخر أكبر بكثير من المياه الواردة إليه من الأمطار والأنهار.

ويغطي جزءاً من هذا العجز الحاصل من مصدرين أساسيين:

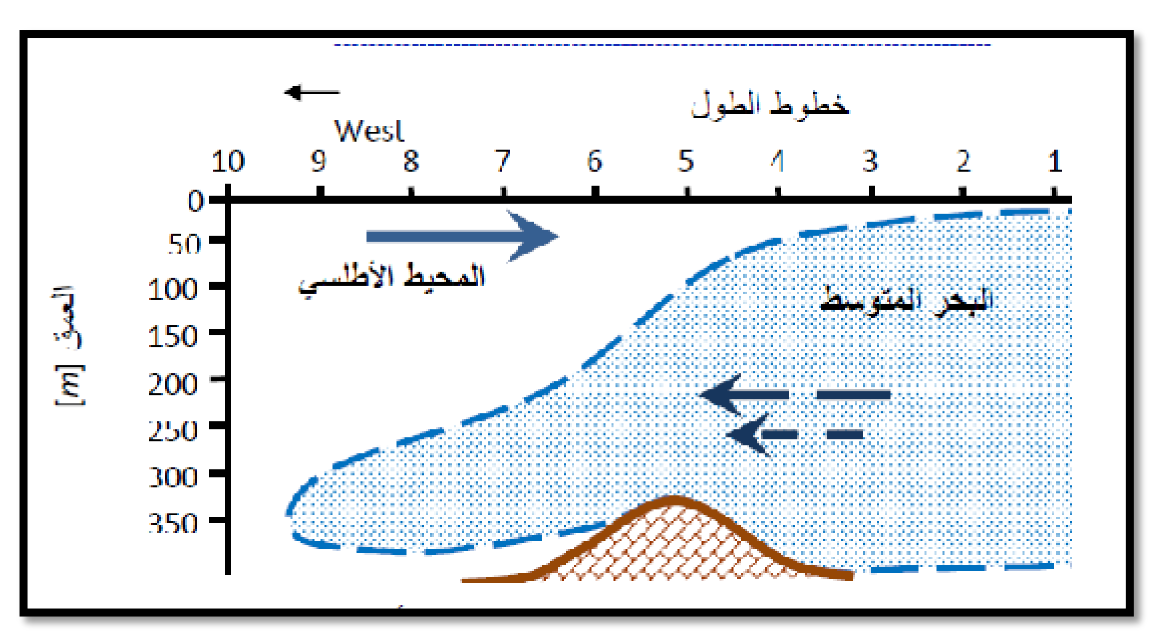
1. مياه المحيط الأطلنطي عند جبل طارق.
2. المياه الآتية من البحر الأسود.

ويؤدي هذا الوضع إلى ارتفاع مضطرد في نسبة الملوحة من الغرب باتجاه الشرق، حيث تبلغ على شواطئ سوريا 39.6 بالألف، وتبعاً لاختلاف درجة تعامد الأشعة الشمسية من فصل الآخر وسقوط الأمطار الناتجة عن تشكل المنخفضات الجوية فوق أخرى من حوض البحر المتوسط خلال الشتاء، فإن درجة حرارة المياه السطحية تختلف من فصل لآخر، حيث بلغت في الساحل الشرقي للمتوسط حوالي 15 درجة مئوية فوق بعضها.

شكل السواحل ومياه الأنهار المنصرفة إلى المسطحات البحرية والمحيطية عن طريق المصبات المختلفة، حيث تتأثر حركة هذه التيارات بشكل السواحل وامتدادها ومدى وجود الجزر الساحلية ونمط انتشارها.

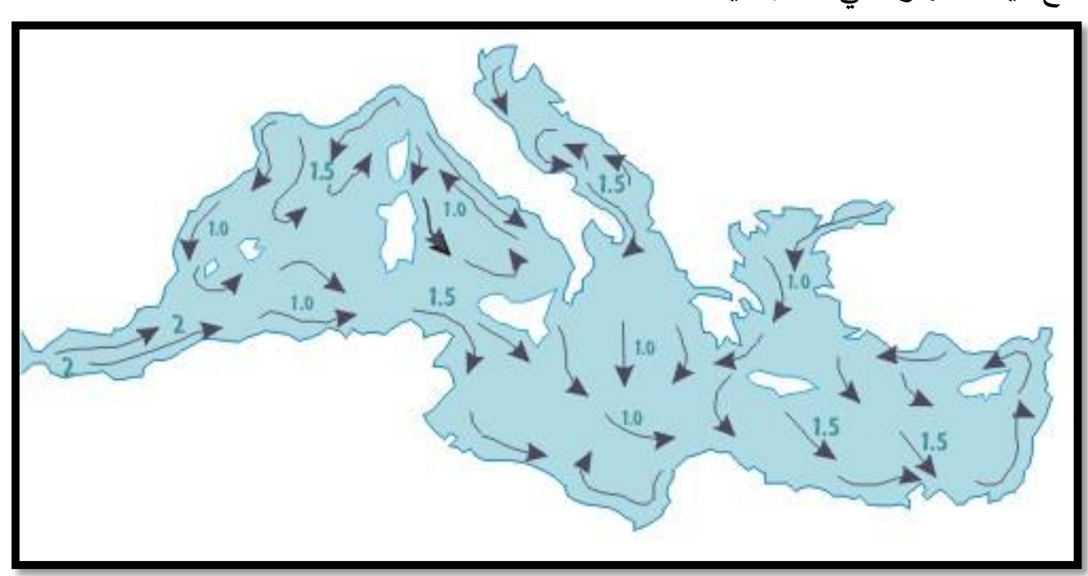
3-2-2-2- التيارات في البحر المتوسط:

تم التنويه سابقاً أن البحر المتوسط هو حوض مائي سالب، أي تزيد فيه كمية المياه المتبخرة من سطح البحر المتوسط على كمية المياه الواردة إليه من الأمطار والأنهار لتزيد ملوحة مياه الطبقة السطحية فتهبط إلى الأسفل، وتملأ حوض المياه العميقة في البحر المتوسط، ثم تخرج على شكل تيار عميق مالح وحار إلى المحيط الأطلنطي حتى عمق (1200m)، ويتم تعويض نقص مياه البحر المتوسط بمياه تيار محيطي من الأطلنطي قليل الملوحة، ويسمى هذا النظام نظام التبادل المائي بين البحر المتوسط والمحيط الأطلنطي تبادلاً مائياً ثنائي الطبقة يميز الأحواض المائية السالبة .



شكل (10) التبادل المائي بين المتوسط والأطلنطي
المصدر : دراسة سابقة (مساهمة في تقويم التيارات البحرية)

تدخل المياه السطحية من المحيط الأطلنطي إلى البحر المتوسط على شكل تيار سطحي عبر مضيق جبل طارق لتعوض الفواقد المائية بالتبخر من سطح البحر المتوسط، وبسبب زيادة ملوحة المياه في البحر المتوسط تزداد كثافة مياهه مقارنة بمياه الأطلنطي الموجودة عند العمق نفسه فتخرج المياه من المتوسط إلى الأطلنطي في مجال العمق 100–320 متراً، حيث تبلغ سرعة التيار الداخل إلى البحر المتوسط والخارج منه 4–7كم /ساعة وتزيد سرعة التيار السطحي (ذي المياه الأقل كثافة) الداخل من الأطلنطي على سرعة التيار العميق الخارج من البحر المتوسط (ذي المياه الكثيفة) بسبب ارتفاع المد في الأطلنطي وزيادة التبخر من المتوسط مقارنة مع مياه الأنهار التي تصب فيه .



خريطة (10) التيارات في البحر المتوسط. تدل الأرقام على سرعة التيار [sec/m]
المصدر: دراسة سابقة (مساهمة في تقويم التيارات البحرية)

علماً أن سرعة التيارين الداخل والخارج من البحر المتوسط صيفاً تزداد بسبب ازدياد معدلات التبخر (حوالي $10000 m^3/sec$)[1] ، وقد استفاد النازيون في أثناء الحرب العالمية الثانية من تياري الكثافة بين المتوسط والمحيط الأطلنطي، حيث دخلت غواصاتهم إلى البحر المتوسط مع التيار السطحي، وخرجت منه مع التيار العميق دون تشغيل محركاتها لتتفادي أجهزة المراقبة الصوتية التي وضعها الحلفاء عند مضيق جبل طارق.

3-2-2-3- التيارات على الساحل السوري:

من خلال دراستنا لما سبق تبين أن هناك تياراً رئيساً سطحي دائماً للمياه الأطلنطية يدخل من مضيق جبل طارق، وتنخفض سرعته وتأثيره كلما اتجهنا من الغرب باتجاه الشرق، ويحاذي الشاطئ الأفريقي إلى أن يسير على طول الساحل الشرقي بحركة حلزونية، ثم يغوص نحو الطبقات المتوسطة، وغالباً ما نلاحظ على امتداد الشواطئ وفي بعض الخلجان تيارات دائرية عكسية أقل أهمية ومتفرعة عن هذا التيار الرئيس تولدها أشكال التضاريس ونظام الرياح المحلي.

فالتيار البحري على طول الشاطئ السوري يعد خاضعاً لنظام الرياح التي هي غالباً جنوبية غربية (كانون الأول، أيلول) التي ينتج عنها تيارات سطحية متجهة نحو الشمال، وهذا التيار الرئيس يسير بمحاذاة الشاطئ على مسافة تتراوح بين /3-10/كم من حافة اليابسة ، ويتولد عنه أحياناً تيارات جزئية تنفصل لتشكل تيارات دائرية متبعة اتجاه عقارب الساعة في بعض الخلجان.

حيث أكدت نتائج القياسات وجود تيارات مستقرة في منطقة الدوامات الأنتي سيكلونية ، ووجود تيارات ضعيفة وغير مستقرة عند قمة السيكلون الضعيف الموجود جنوب اللاذقية، فكانت التيارات ضعيفة وغير مستقرة في المناطق القريبة من الشاطئ وخارج الدوامات.

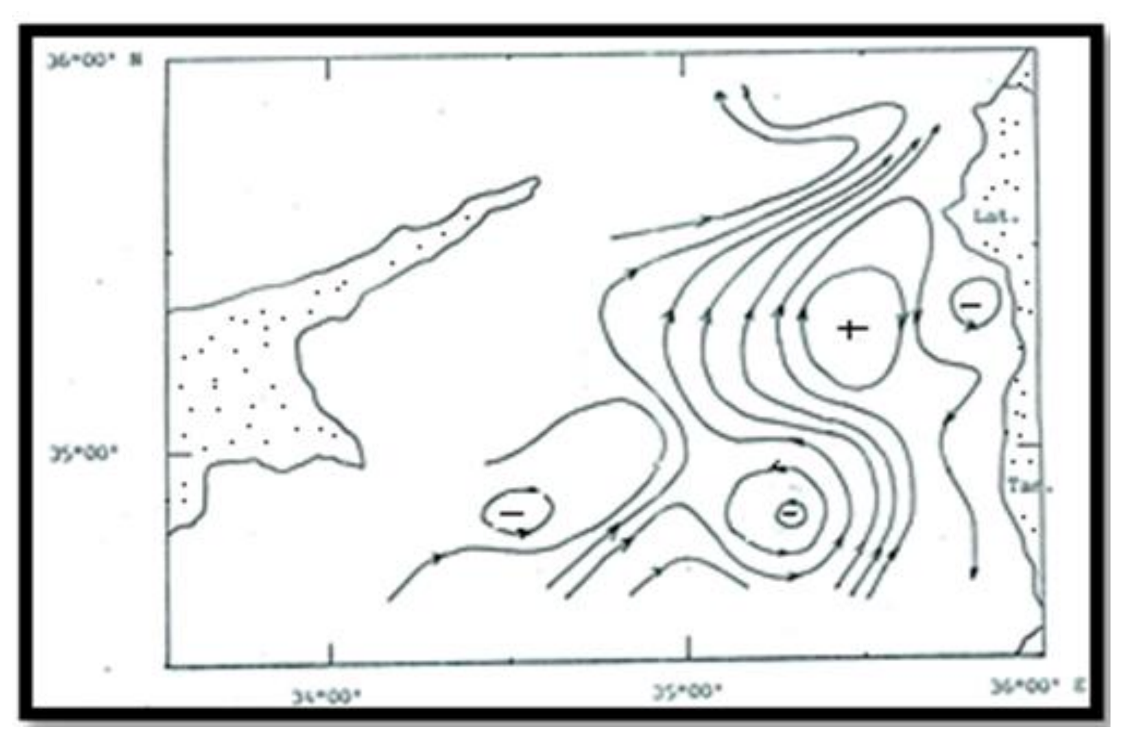
كما بينت النتائج أن السرعة المتوسطة للتيارات في الطبقة العلوية (0-100م) من الكتل المائية كانت بحوالي(13-17) سم / ثا ، والسرعة الأكثر احتمالاً تتراوح بين (30-40) سم / ثا ، بينما القيمة العظمى للسرعة وصلت إلى (60-70) سم / ثا، حيث تبلغ التيارات السطحية ذروتها في الفترة الواقعة بين تشرين الأول، أو تشرين الثاني إلى آذار.

علماً أن سرعة التيار البحري الرئيس تتغير حسب الفصول وحسب تعرج تضاريس الشاطئ والعمق أيضاً، فقد لاحظ الباحث الفرنسي Cruvel عام 1929 في أثناء دراسته لهذه التيارات أنها تأخذ سرعات كبيرة حول بعض الرؤوس في شهري كانون الثاني، وشباط، حيث تصل سرعة التيار السطحي في بعض المناطق كرأس بيروت (2.5942كم/سا) لتخفض إلى

[1] علي محمد الأسعد ،وآخرون ،"مساهمة في تقويم التيارات البحرية "، ندوة الدولية للمرافئ البحرية وحماية الشواطئ ، طرطوس 2010،ص 7.

(0.3706كم/سا) خلال فصل الصيف[1]، وقد تم تأكيد هذه المعطيات وتثبيتها بالقياسات التي أجريت على ظهر سفينة الأبحاث كاليبسو أمام السواحل اللبنانية في شهر تشرين الأول من عام 1956 .

وهنا يجب التنويه إلى: أن الاتجاه العام للتيارات في الجهة الشرقية لحوض المتوسط تتجه دوماً من الجنوب نحو الشمال، وتبين من خلال الأبحاث التي أجريت على السفينة الروسية vityaz أن حقل التيار يتكون من تدفق نشيط ومنحني باتجاه الشمال مع وجود مجموعة دوامات[2]* على جانبيه ثلاث دوامات سيكلونية وواحدة أنتي سيكلونية، حيث توضعت دوامتان سكلونيتان في القسم الجنوبي للمنطقة أما الدوامة السيكلونية* الثالثة فقد توضعت في القسم الشمالي، بينما توضعت الدوامة الأنتي سكلونية* بين تدفق التيار العام والشاطئ السوري كما تم تحديد دوامة سيكلونية ضعيفة بالقرب من الشاطئ على الجهة الشرقية.



خريطة (11) تيارات الطبقة السطحية على الساحل السوري

المصدر : سفينة الأبحاث الروسية Vityaz

[1] - أديب سعد ،بعض نتائج سفينة االأبحاث الروسية في المياه الاقليمية السورية ،جامعة تشرين ، قسم علوم البحار والبيئة، شباط – آذار 1992ص32 -37 .

[2] - أحمد محمد،الجيولوجيا الفيزيائية 2،منشورات جامعة تشرين 2007-2008، ص172.

* دوامة بحرية: ظاهرة ناتجة عن عدم استقرار التيارات البحرية أو عن الرياح.

* دوامة سيكلونية: تدور عكس وجهة عقارب الساعة.

* دوامة أنتي سيكلونية: تدور مع جهة عقارب الساعة.

3-2-2-4- دور التيارات البحرية في تشكيل السواحل:

إن التيـارات البحريـة وإن كانـت تـؤدي دوراً مهمـاً مـن وجهـة النظـر المناخيـة إلا أن دورهـا فـي تشكيل السواحل محدود ويقتصر بشكل عام على نقل المواد الناعمة وترسيبها في أماكن أخرى قد تبعد بضعة كيلومترات[1].

كما يمكن أن تكوّن التيارات البحرية في بعض قيعان المياه الضحلة في البحار والمحيطات نوعاً معيناً من التموجات على الرمال تسمى بالتموجات التيارية.

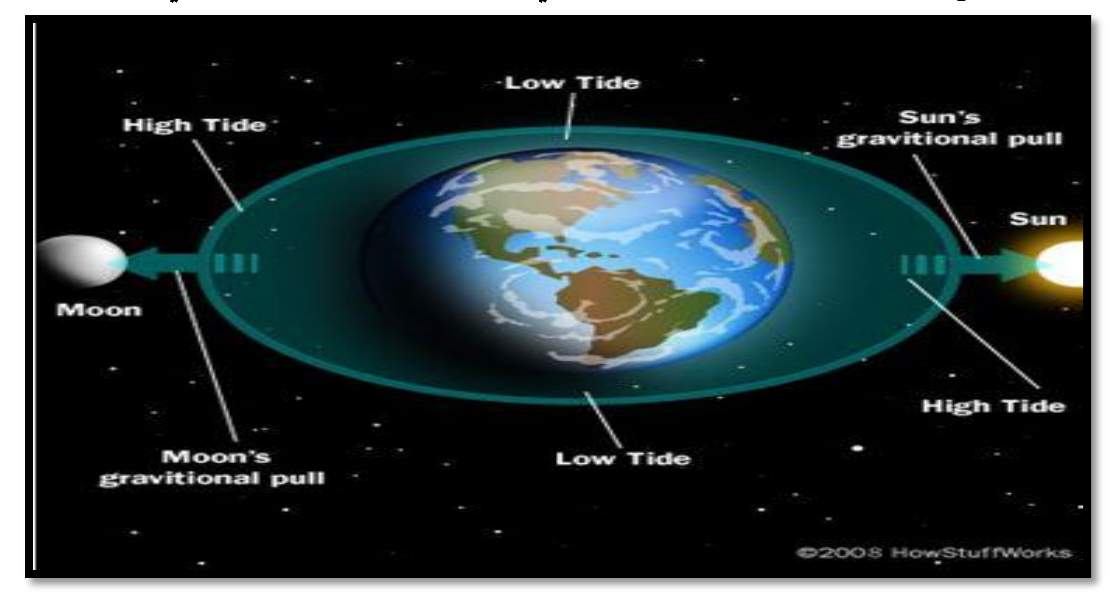
أي تنقل المفتتات من أمام السواحل المتعمقة في المياه البحرية لترسبها في مناطق الخلجان حيث تتسم المياه هنا بالهدوء.

وتسهم في نقل كل من الرواسب التي تلقيها الأنهار والمفتتات الناتجة عن فعل كل من الأمواج وعوامل التعرية المختلفة لترسبها في النطاقات التي تتصف مياهها بالهدوء.

3-2-3- تأثير المد والجزر:

يُعرّف المد والجزر (المدر) بتغير في مستوى سطح البحر دورياً في منطقة ما .

حيث عرف هذا الارتفاع والانخفاض على طول الشواطئ منذ القدم إلا أنـه لـم يـتم تفسيرهما العلمـي حتـى زمـن إسـحاق نيـوتن الـذي اسـتعمل فـي ذلـك قـانون الجاذبيـة، فقد بـيّن نيـوتن أن المحيطات تقع بين قوى شد لجسمين وساعدها في ذلك كون المياه حرة الحركة في المحيطات.



شكل (11) سبب المد والجزر

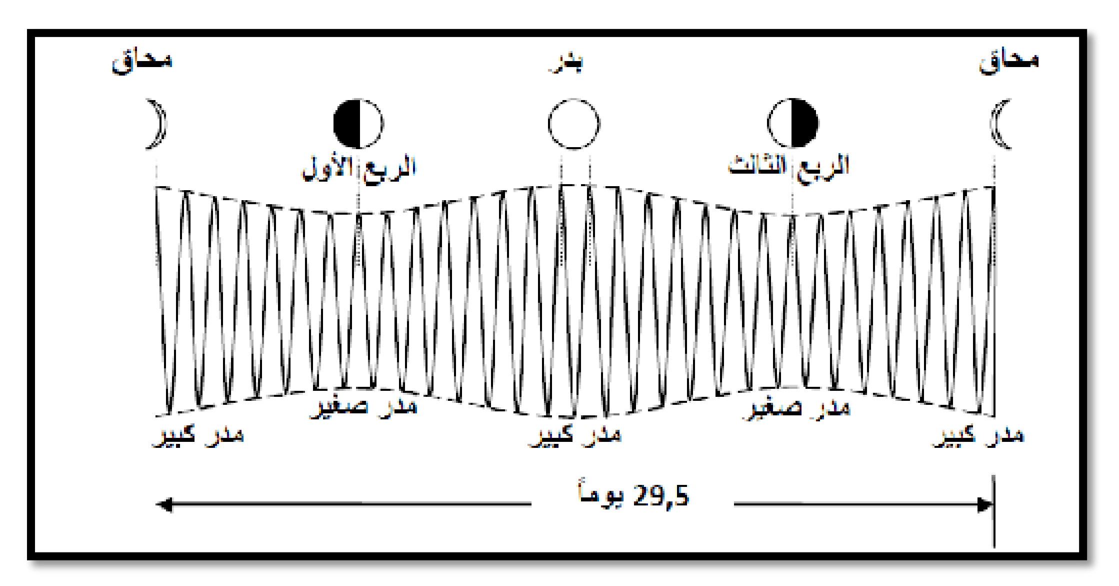
المصدر: أطلس العالم الكبير

فالمد والجزر هما نتاج قوة جاذبية القمر و الشمس المؤثرتين في الكرة الأرضية وتحدث هذه العمليـة فـي بعض البحـار مرة كل 12 سـاعة و26 دقيقة، أي مرتين فـي اليوم وتتـأخر كل يوم

[1] حسن أبو سمور، حامد الخطيب، جغرافية الموارد المائية، دار الصفا للنشر، عمان،1999، ص55.

خمسين دقيقة، وهي الفترة نفسها التي يتأخر ظهور القمر يومياً بدءاً من مولده حتى اختفائه في نهاية الشهر.

فعندما يقع القمر مابين الأرض والشمس يحدث مد القمر ، وعندما يقع القمر في الجهة المعاكسة للأرض يحدث مد الشمس وكلا المدين نسميهما **المد الكامل أو المد الربيعي Spring Tide** ، ففي الحالة الأولى يكون القمر محاقاً، وفي الحالة الثانية يكون القمر بدراً، أي يحدث هذا المد مرتين في الشهر. أما إذا كان القمر يشكل زاوية مع خط الأرض _الشمس فإن القمر يكون في دور التربيع، ويولّد ذلك **مداً ضعيفاً يسمى Neap tide** [1].



شكل (12) تغير المد والجزر خلال شهر قمري

المصدر : أطلس العالم الكبير

حيث إن ظاهرة المد الكبير والمد الصغير تتكرر مرتين في أثناء الشهر القمري (29.53 يوماً)، ويختلف مدى المد الكبير عن المد الصغير بمقدار (± 20%) تقريباً من مقدار متوسط قيمته ، كما يتغير مدى المد خلال فصول السنة فيبلغ قيمته العظمى في الانقلابين الصيفي والشتوي . ونتيجة لميل محور الأرض (23.5˚)عن المستوى الفلكي وميل محور القمر خمس درجات فقط عن المستوى الفلكي، فإن هذا الاختلاف يخلق تفاوتاً جديداً في مقدار المد والجزر، حيث يبلغ المد أقصاه عند دائرة عرض (28.5˚) شمال دائرة الاستواء و(28.5˚) جنوب دائرة الاستواء (23.5+5˚ =28.5°).[2]

3-2-3-1- **تيارات المد والجزر في البحر المتوسط Tidel Stream Current :**

تترافق الحركة الرأسية لأمواج المد والجزر مع حركة أفقية للمياه تسمى التيارات المدية وتكون حركتها أفقية ذات مسارات دائرية، وتسمى التيار المدي (flood) عندما تتحرك

[1] حسن سيد أحمد أبو العينين، أصول الجيومورفولوجيا ، مؤسسة الثقافة الجامعية ،الاسكندرية 1995ص523-525.
[2] حسن أبو سمور ،حامد الخطيب ، جغرافية الموارد المائية ، دار الصفاء للنشر ،عمان 1999 ص218

باتجاه الشاطئ، وتسمى التيار الجزري (Ebb) عندما تتحرك مبتعدة عنه علماً أن المدى المدي (Tidal range) هو الفرق بين المنسوبين الأعظمي والأصغري لمياه البحر في موقع محدد خلال فترة المد والجزر ، ويتعلق المدى المدي بموقعي الشمس والقمر لموقع ما على سطح الأرض، ويتعلق أيضاً بأبعاد المسطح المائي، وبما أن البحر المتوسط بحر صغير، فإن **المدى المدّي يبلغ أقل من متر واحد في البحار الصغيرة كالبحر المتوسط** بينما يزيد على عدة أمتار في المحيطات.

كما وتعمل **طبيعة السواحل** نفسها على حدوث تباين كبير وواضح في هذا المدى، حيث يبدو المدى واضحاً جداً في الخلجان والممرات البحرية الضيقة والمرافئ .

فالتغيرات الفصلية في منسوب الماء في حوض المتوسط ظاهرة بشكل واضح غير أن سعة هذه التغيرات محدودة وتتباين في مختلف مناطق الحوض بين (11–21سم) فموجة المد تعبر البحر المتوسط من المحيط الأطلسي وتتجه شرقاً وشمالاً، علماً أن المد في جميع مناطق حوض المتوسط هي نصف يومية مرتين كل 24 ساعة، أما قيم المد فهي في معظم مناطق حوض المتوسط لا تتجاوز 1.5 متراً على الرغم من أنها تتزايد محلياً في نقاط محدودة.

3-2-3-2- تيارات المد والجزر على الساحل السوري :

تعد هذه الحركة محدودة للساحل السوري وكذلك لجميع سواحل البلدان المطلة على البحر المتوسط، حيث إن الفروق بين مستوى الماء في حالتي المد والجزر **بين 30–40 سم** فقط، ولو أخذنا منطقة اللاذقية فالمد نصف يومي وتبدلاته وصفت بأنها صغيرة ولم تتجاوز (56 سم) في ارتفاع المد الربيعي و(16.5 سم) في ارتفاع المد المنخفض في حين لم يتجاوز الارتفاع الوسطي للمد (35سم)[1].

أما قيمة التبدل الفصلي في منسوب البحر طبقاً للإرصاد المأخوذة بين عامي 1970–و1975 فقد بلغت 20–30سم . أما تبدلات منسوب البحر الناتجة عن ظاهرة المد والجزر فقد أظهرت تبعاً لبيانات مأخوذة من الإرصاد أن الارتفاع في منسوب البحر الناتج عن المد (المياه العالية) بلغ كقيمة أعظمية حوالي 22سم، وأن القيمة الأعظمية للجزر (المياه المنخفضة) بلغت 18سم ، وتبين أن الارتفاع نتيجة المد يحصل عندما تكون الرياح جنوبية غربية، وأن الجزر يحصل عندما تكون الرياح شمالية شرقية .

3-2-3-3- دور المد والجزر في تشكيل السواحل :

تيارات المد والجزر شأنها شأن الأمواج ولكنها لا تضاهي الأمواج في تأثيرها على الساحل السوري، وهي ذات تأثير تهديمي وبنائي بمعنى أنها ذات تأثير حتي لتتكون سطوح تعرية، أما التأثير البنائي فيتلخص في عملية الترسيب لدى حركة المد كما تسهم هذه التيارات في

---

[1] بيانات المعهد العالي للبحوث البحرية ، ميناء اللاذقية ، دراسة أعدت لتوسيع المرفأ في اللاذقية ، ص14 .

تنظيف الشواطئ من النفايات في أثناء حدوث المد العالي تتجمع المياه بقوة في الخلجان الضحلة الضيقة، وينجم عن ذلك انتقال الرواسب الصخرية من الساحل إلى داخل البحر ، ليترسب على المنحدرات العليا للرفارف القارية، بينما تتجمع الرمال على خط الشاطئ نفسه وتكون السواحل الرملية كمناطق الخلجان التي تلي الرؤوس مباشرة مثل مرسى القبان، وابن هاني، والفاخورة، وමينا البيضا، وغيرها من الخلجان.

علماً أن مقدار الضرر الذي تسببه العواصف الشديدة للمناطق التي يكون فيها مدى المد Tidal Range (الفرق في المنسوب بين المد والجزر) كبيراً يتعلق بترافق وصولها إلى الشاطئ مع المد العالي أو المنخفض . كما يؤثر المد والجزر على اندفاع الماء إلى داخل المصبات والبحيرات الشاطئية والخلجان . ويمكن لعرض منطقة مدى المد والجزر – وهي المنطقة الواقعة بين خطي المد العالي والمنخفض – أن تبلغ بضعة أمتار فقط على الشواطئ الشديدة الانحدار ذات نطاق المد الصغير ، في حين تصل إلى مئات الأمتار على الشواطئ الخفيفة الميل ذات نطاق المد الكبير . كما يؤثر مدى المد بشكل بالغ على شكل وعرض الشواطئ الرملية ، وعلى منطقة تغذية كثبان الشواطئ الرملية .

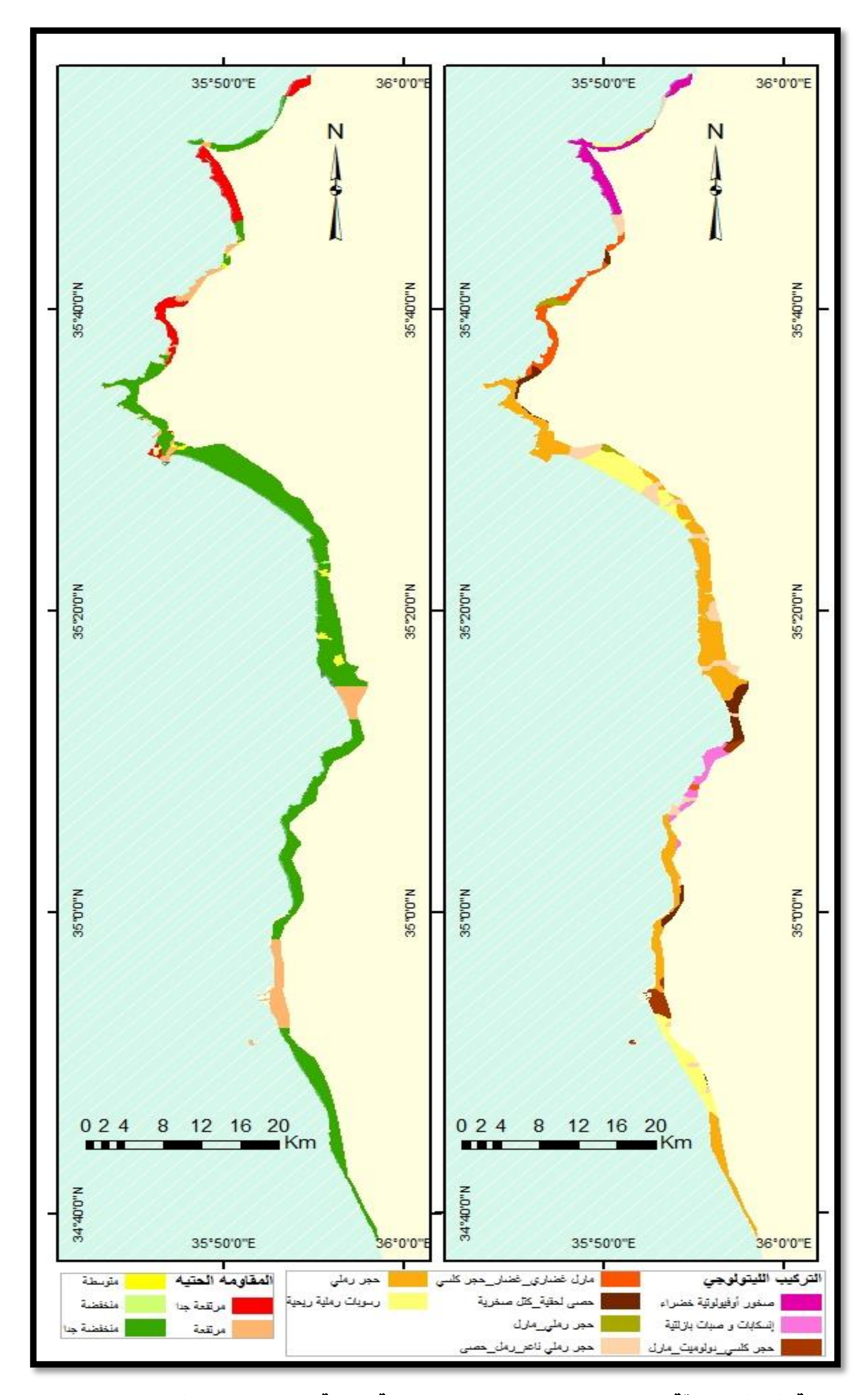
3-3- **تأثر طبيعة الساحل واختلاف تركيبه الصخري** :

يعد عامل اختلاف التركيب الصخري Lithological variation من بين أهم العوامل التي تؤثر في تشكيل المظهر الجيومورفولوجي العام لخط الشاطئ .

فلا يتوقف تنوع الظاهرات الجيومورفولوجية الساحلية على أثر فعل عوامل التعرية في صخور الساحل فقط ، بل إن لمظهر السواحل واختلاف نشأتها وأشكالها وتركيبها الصخري أثره في مدى فعل عوامل التعرية فيها بالإضافة إلى اتجاه خط الشاطئ Orientation of the coast وكيفية تكسر الأمواج عليه[1].

ومن أجل تقييم صحيح للحت الساحلي (تراجع خط الشاطئ) تم ربط التركيب الليتولوجي للصخور بالمقاومة الحتية، وذلك باستخدام خريطة جيولوجية لحماه – اللاذقية بمقياس (1\200000)، كما تم استخراج المقاومة الحتية للصخور من خريطة جيوهندسية بمقياس (1/50000)، فتم باستخدام الGIS رسم حدود انتشار الأنواع الصخرية على الشاطئ وتصنيفها حسب قساوة الصخور . علماً أنه تم استبدال الرموز الليتولوجية على الخرائط الجيولوجية بألوان تدل على اختلاف التركيب الصخري على طول الساحل السوري كون الرموز لن تكون واضحة لو استخدمت، والخريطة الآتية توضح ذلك :

[1] حسن سيد أحمد أبو العينين ، أصول الجيومورفولوجيا ، جامعة الامارات ، مؤسسة الثقافة الجامعية ،1995،ص 526-529



الخريطة (12) العلاقة مابين التركيب الليتولوجي والمقاومة الحتية للصخور على طول الساحل السوري

المصدر من عمل الطالبة بالاعتماد على خريطة جيوهندسية بمقياس 1/50000

حيث يظهر من الخريطة أن صخور المعقد الأفيوليتي تظهر مقاومة مرتفعة جداً للحت، بينما الصخر الكلسي الغضاري ثخين التطبق أظهر مقاومة مرتفعة، أما الكلسي الشيلي العائد للباليوجين فقد أظهر مقاومة منخفضة، بينما الحجر الرملي كان بمقاومة متدرجة من متوسطة إلى منخفضة جداً، كما تميزت الصبات البازلتية والانسكابات بمقاومة منخفضة جداً .

فإن نوعية الصخور تمثل عاملاً مهماً من عوامل تشكيل السواحل، لذلك تم اعتماد خمس مناطق مختلفة في نوعية صخورها في هذه الدراسة، وتوضيح أثر اختلافها على الحت الشاطئي فاختيرت منطقة العيسوية في الشمال، حيث الصخور الخضراء القديمة (المعقد الأفيوليتي) ، ومنطقة أرض الفيض، حيث الحجر الرملي والحجر الكلسي الغضاري المتطبق، ومنطقة ابن هاني ذات الصخور الكلسية الشيلية [*]، ومنطقة مصب النهر الكبير الشمالي ذات الحجر الرملي والباصية كصبات وانسكابات بازلتية في الجنوب.

3-3-1- **<u>ففي المنطقة الأولى (منطقةالعيسوية)</u>** في أقصى الشمال أظهرت الصخور الخضراء (المعقد الأفيوليتي) مقاومة عالية جداً للحت البحري. فالصخور الخضراء قديمة قاسية ضعيفة الحت شديدة المقاومة ماغماتية تشكل جزءاً من حزام مقوس يحيط بالنهايات الشمالية للركيزة العربية . ويرى دوبرتريه بين عامي 1936-1937 م أنها تعود إلى فترة الماستريختيان الثنائية ويعدها وكأنها متطبقة بشكل متداخل في الرسوبيات الكريتاسية، بينما الدراسات والأبحاث الحديثة (دراسة كازمين) تميل إلى إعطاء هذه الصخور عمراً أولياً – ثنائياً فتحديد عمر هذه الصخور لايزال موضع جدل ونقاش[1] . وقد بينت الدراسات الحديثة ،أن تشكيلة الصخور الخضراء تتألف بشكل رئيس من الغابرو ، والنوريت، والدياباز، وتتوضع في وسط المعقد الأفيوليتي :

1. الغابرو ويوجد إما على شكل طبقات ثخينة ، أو على شكل قواطع ذات ثخانة (1-2م) تقطع كتلة البيريدوتيت كما هو الحال بالقرب من الشاطئ في منطقة البسيط ويمكن التمييز بين:

أ- النوريت :الحاوي على البلاجيوكلاز (55-60 %)

ب- والأورتوبيروكسين: (2-7%) ولايحتوي على الأوليفين .

---

* الصخر الشيلي : وهو صخر صلصالي غضاري تتعاقب فيه طبقة طينية وطبقة رملية وطبقة ميكية (طلقية) تتصلب على هيئة رقائق بتأثير ضغط ما فوقها من صخور بحيث يسهل فصلها إلى صفيحات (القاموس الجغرافي الحديث للدكتور محمد زكي الايوبي) .

[1] عبد الكريم شحادة حليمة ، جولييت سلوم ، جغرافية سوريا العامة ، منشورات جامعة تشرين ،2013-2014 ، ص72.

2. الغابرو : ويحتوي على البلاجيوكلاز (50-60%)والكلينوبيروكسين (28-33%) وكمية قليلة من الأورثوبيروكسين .
3. غابرو أوليفيني : وهو عبارة عن غابرو يحتوي على نسبة من الأوليفين (1-4%) .
4. التراكتوليت :غابرو يحتوي على البلاجيوكلاز والأوليفين (4-10%)، ونسبة قليلة من الأورثو والكلينوبيروكسين حوالا (5%) [1] .

وجميع هذه الصخور تعود إلى أعمار مختلفة تبدأ من :

1- صخور نارية أساسية وفوق أساسية تعود إلى ماقبل الترياسي الأعلى أما الفلزات المكونة للصخور فهي الأوليفين والبيروكسين* والبلاجيوكلاز و البريدوتيت السربنتيني .
2- الترياسي الأعلى .
3- صخور بركانية رسوبية تعود إلى الترياسي الأعلى – الجوراسي .

فالأوليفين يتميز بقساوة عالية جداً تتأرجح بين (6.5- 7)، ويتميز بلون أخضر زيتوني وبريق زجاجي ودهني على المكاسر، ويتشكل ماغماتياً مترافقاً مع الصخور الأساسية وتجمعاته البلورية كتلية وحبيبية، أما الغابرو والدياباز والبيروكسين فتتميز بقساوة عالية أيضاً تتأرجح مابين (5.6 – 6) وبلون أسود حديدي وبريق معدني، وتوجد هذه الصخور بشكل تجمعات بلورية صفائحية وقد تكون بشكل كتل أو حبيبات[2].

---

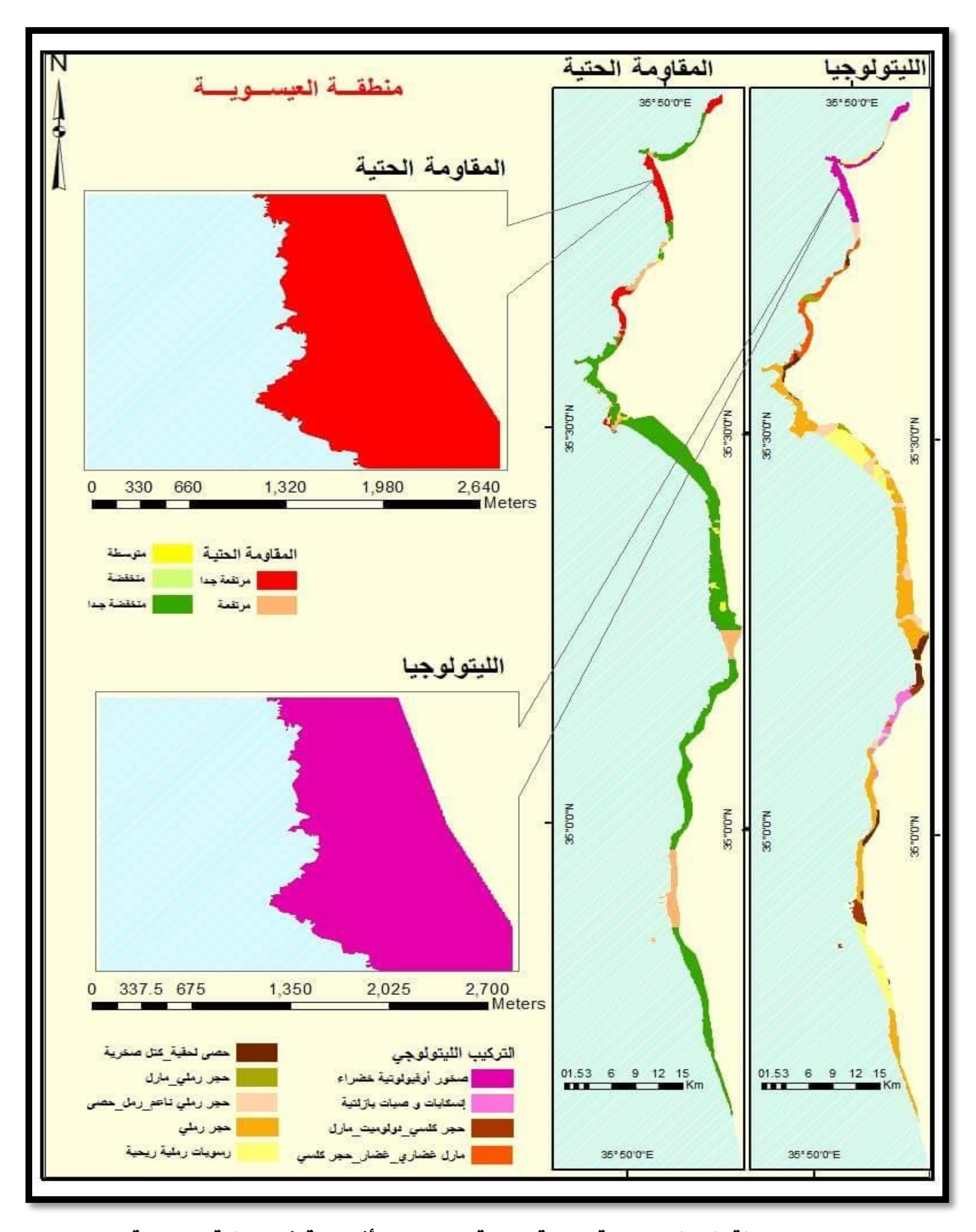
[1] محمود مصطفى ، الخصائص الجيوكيميائية لصخور الغابرو ،والدياباز في أفيوليت البسيط /شمال غرب سوريا ، أبحاث اليرموك- سلسلة العلوم الأساسية والهندسية – المجلد 19، العدد 2 ،2010 ، ص4 .

* البلاجيو كلاز : سيليكات المنيوم مع صوديوم أو الكالسيوم ويوجد على شكل بللورات غير ملونة تشبه الزجاج وأهم أنواعه الالبيت والكاولين (القاموس الجغرافي الحديث).

* الأطوار الزيوليتية : وهي مجموعة من المركبات المتكونة أساساً من السيليكات والألومينات المميه ،وهي أجسام صلبة تتواجد على شكل مسحوق أبيض ويمكن ان يتغير اللون اذا استبدل الايون الموجب بأحد العناصر الانتقالية عالية المسامية وتستخدم كثيراً في عمليات الادمصاص الكيميائي . (القاموس الجغرافي الحديث) .

* المواد البيروكلاسيتية : مواد حطامية بركانية كبيرة الحبات (القاموس الجغرافي الحديث).

[2] أحمد محمد احمد ،مظهر بايرلي ،الجيولوجيا الفيزيائية، منشورات جامعة تشرين ،2004-2005،ص428.

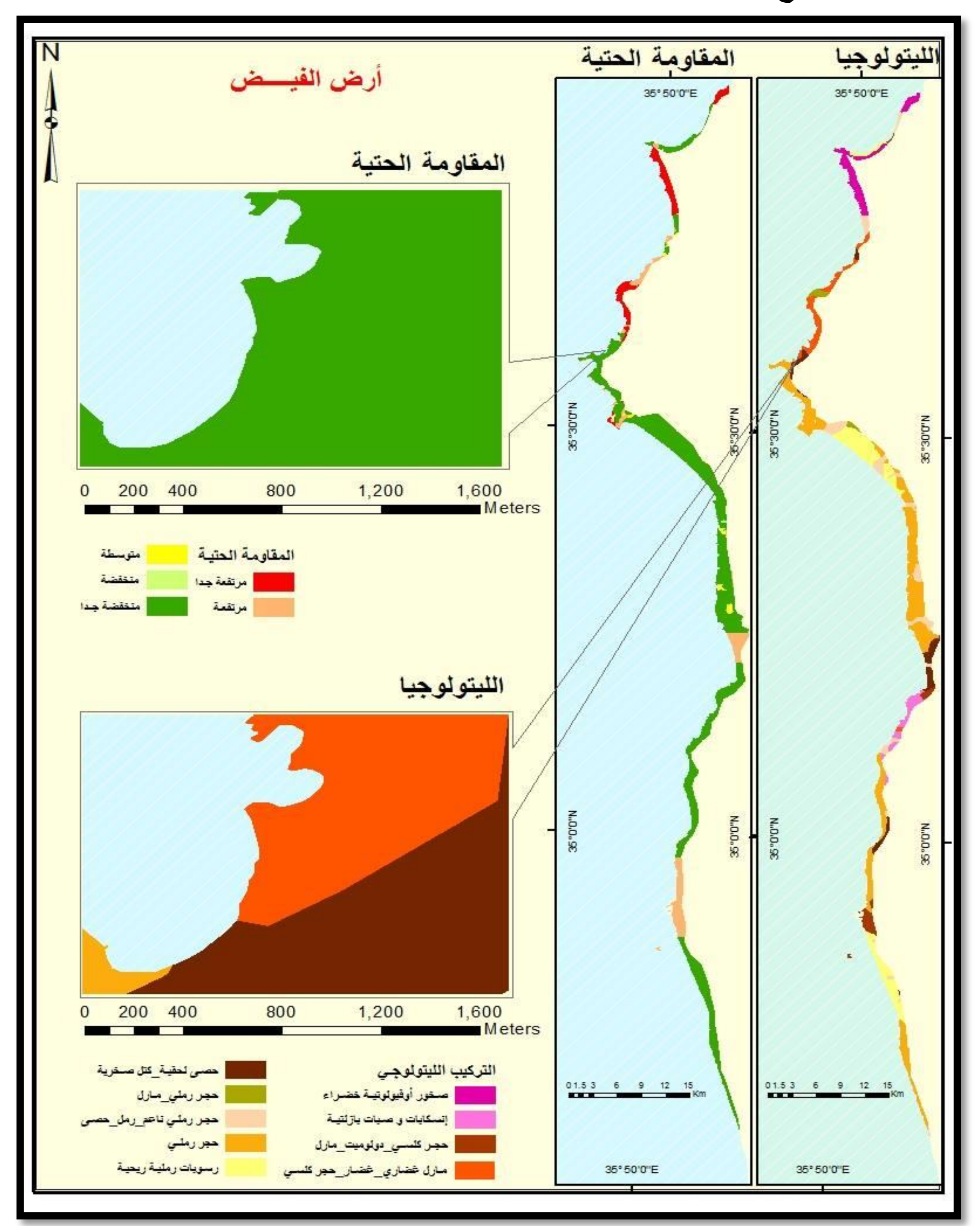


الخريطة (13) المقاومة الحتية العالية للصخور الأفيوليتية في منطقة العيسوية

المصدر من عمل الطالبة بالاعتماد على خريطة جيولوجية لحماه – اللاذقية بمقياس (1/200000) وخريطة جيوهندسية بمقياس(1/50000)

3-3-2- <u>أما في المنطقة الثانية (منطقة أرض الفيض)</u> فقد أظهر التركيب الليتولوجي للصخور وجود الحجر الرملي البحري ذو المقاومة الحتية الضعيفة ووجود الحصى اللحقية والكتل الصخرية من الترسبات النهرية(لنهر الفيض، وعدد من المسيلات النهرية المرابعة وموسى)، بالإضافة إلى وجود الحجر الكلسي الغضاري

وهـذا المرسـى الطبيعـي الـذي تحـدده صـخور ضـحلة بقـي محميـاً مـن الريـاح الغربيـة والجنوبيـة الغربيـة؛ لوجـود رأس ابـن هـاني ، الـذي يمتـد إلـى مسـافة كبيـرة جنـوب غـرب هـذا الخلـيج المفتـوح[1]،ومما لاشـك أن هـذا المرسـى كـان عميقـاً أكثـر ممـا هـو عليـه الآن بكثيـر ، لتعمـل المخلفـات النهريـة لسـاقية موسـى و المرابعـة علـى سـيادة الترسـيب أكثـر من الحت، وسيوضح ذلك لاحقاً .



الخريطة (14) المقاومة الحتية المنخفضة للصخور الرملية في منطقة أرض الفيض

المصدر من عمل الطالبة بالاعتماد على خريطة جيولوجية لحماه – اللاذقية بمقياس (1/200000)

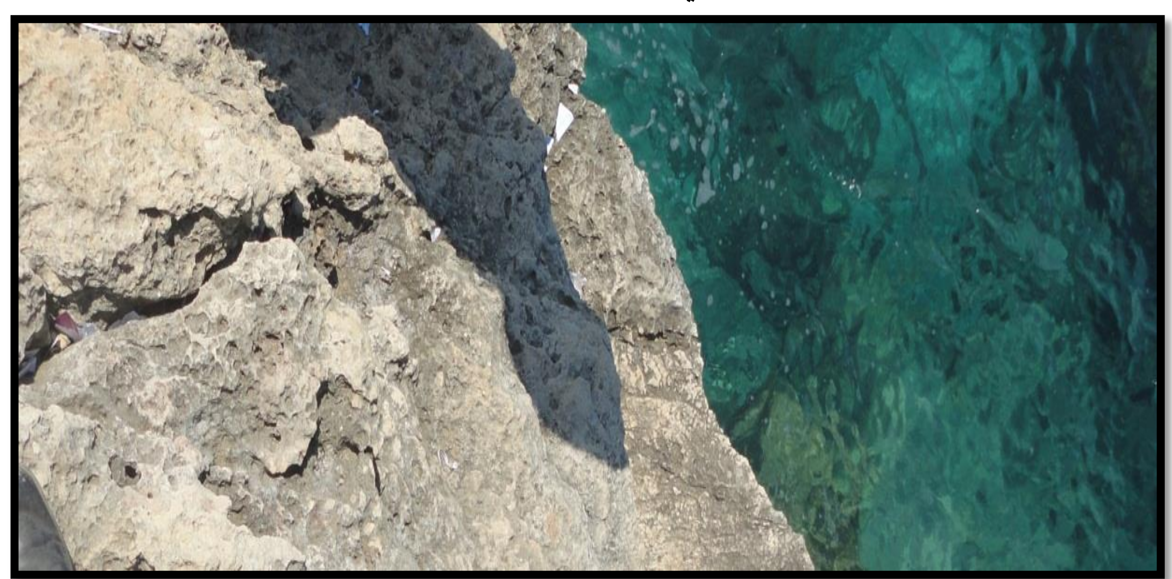
وخريطة جيوهندسية بمقياس(1/50000)

---

[1] حسين حجازي ، الموانئ والمراسي والملاجئ القديمة في ساحل القطر العربي السوري ، حمص ،1992، ص312 -301

3-3-3- **المنطقة الثالثة (منطقة ابن هاني)** أظهرت الصخور الكلسية الشيلية العائدة للباليوجين مقاومة منخفضة جداً والسبب في ذلك أن الأحجار الجيرية هي أكثر أنواع الصخور استجابة وقابلية للتحلل والذوبان بفعل التجوية الكيميائية بالإضافة إلى قابليتها للذوبان بفعل ما تحدثه أيونات الأملاح المختلفة في مياه البحار بخلاف الصخور النارية أو المتحولة؛ فإذا كانت هذه الأحجار تشكل خط التماس بين اليابسة والبحر ضمن المناخ المتوسطي، فإنه يمكن تلخيص العوامل المسببة لتآكل الأحجار الجيرية فى النقاط الآتية :

1. الأحجار الجيرية تتميز عادة بلون أبيض رمادي وبريق زجاجي، وبأنها من الصخور ذات القساوة التي تتروح بين (4.5-3 تقريباً)، لذا فإن التأثير الهيدروليكي للأمواج سوف يكون فعالاً في تحطيم وتفتيت الأحجار الجيرية ذات الشقوق والفواصل(عادة تكثر الشقوق والفواصل فى تكوينات الأحجار الجيرية)، مما يزيد فى عملية التحطيم والملفت في هذه المنطقة وجود شقوق تكتونية كبيرة باتجاهات مختلفة شمالية جنوبية أثرت في الحجر الكلسي الموجود،والصورة الآتية المأخوذة في المنطقة تبين مكان وجود الفالق :



الصورة (2) الشقوق التكتونية في منطقة ابن هاني الممتدة حتى مسافة واضحة للعيان في البحر

المصدر : تصوير الطالبة

2. كما أن الصخور الجيرية - بصلابتها القليلة - سوف تكون واقعة تحت تأثير الحت الناتج من تأثير اصطدام الحطام الصخري بفعل حركة الأمواج، وتعد هذه الصخور من أكثر أنواع الصخور قابلية للتآكل الكيميائي، ويمكن إرجاع سبب التآكل الكيميائي للصخور الجيرية المطلة على مياه البحار والمحيطات من خلال عاملين :

A. التجوية الكيميائية : وهي التجوية التى تحدث بفعل مكونات الهواء الجوي (بخار ماء+ ثانى أكسيد الكربون + أكسجين)، حيث تتحد هذه المكونات مكونة حمض الكربونيك الذى يؤثر على الأحجار الجيرية، حيث يؤدي فى النهاية إلى تآكلها

والتجويــة الكيميائيــة هــي عمليــة طبيعيــة تــتم فــي بعــد زمنــي كبيــر غيــر أن هــذا البعــد الزمنــي الكبيــر يقــل بزيــادة نسـبة ثــانى أكسـيد الكربـون، أو غيـره مـن الغـازات الحمضـية الأخرى، مثل أكاسيد النيتروجين وأكاسيد الكبريت

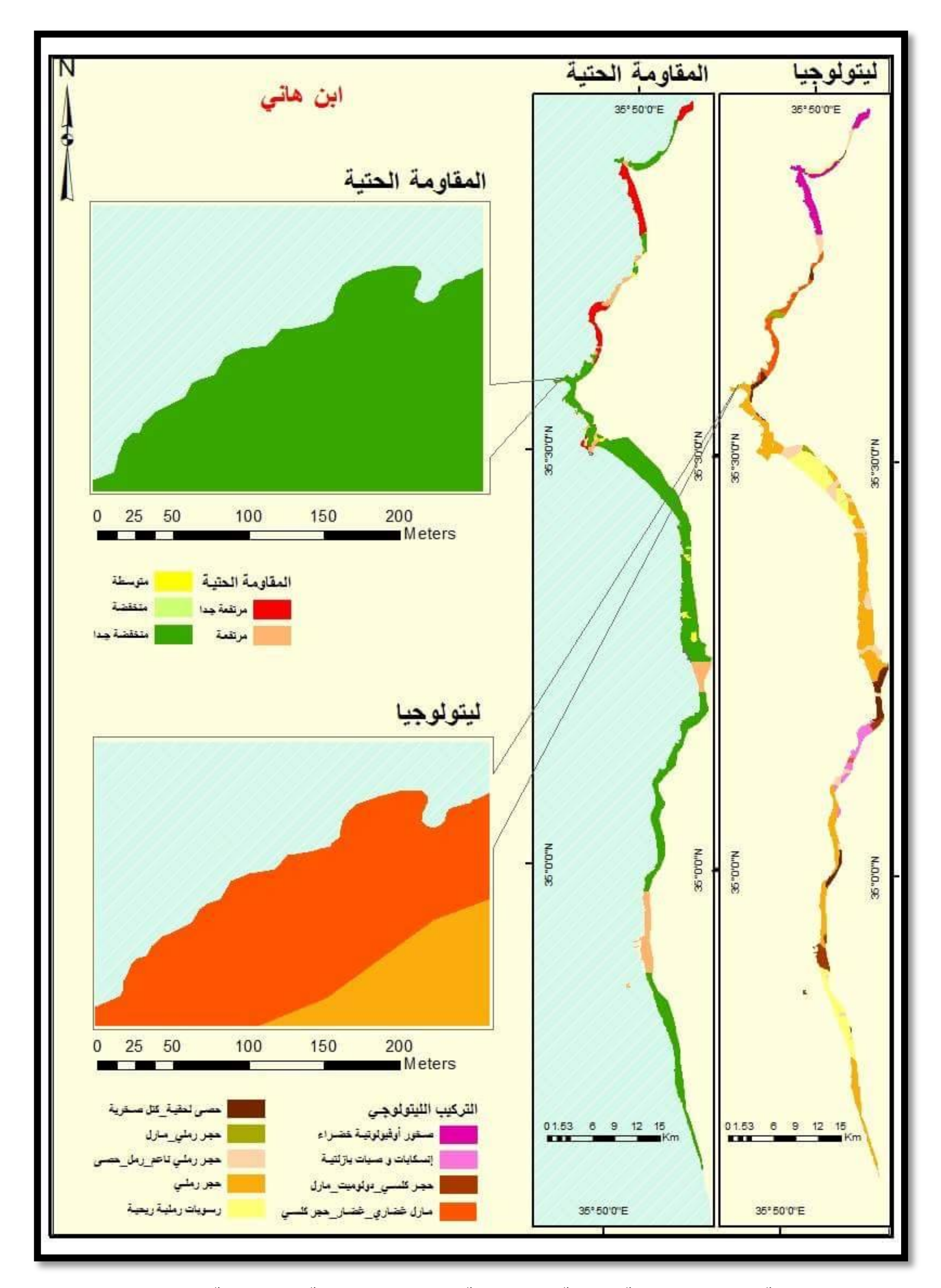
B. للمياه الشاطئية، كذلك تأثير كيميائى على الأحجار الجيرية من خلال حمض الكربونيك، فمن المعروف أن قدرة المياه على إذابة ثانى أكسيد الكربون تزداد كلما قلت درجة الحرارة وتقل القدرة على الإذابة بزيادة درجة حرارة المياه. إذاً فالمناخ ولا سيما درجة الحرارة تؤدي دوراً مهماً غير مباشر في تآكل الصخور الجيرية 1.



الصورة (3) تآكل الصخور الجيرية في منطقة برج سلام

المصدر: تصوير الطالبة

[1] ابراهيم عبيدو، الجيولوجيا الهندسية والخرائط، منشأة المعارف الاسكندرية 1982 ص184.



الخريطة (15) المقاومة الحتية المنخفضة للصخور الكلسية في منطقة ابن هانـي

المصدر من عمل الطالبة بالاعتماد على خريطة جيولوجية لحماه – اللاذقية بمقياس (1/200000) وخريطة جيوهندسية بمقياس(1/50000)

3-3-4- <u>**أمـا فـي المنطقـة الرابعـة (منطقـة النهـر الكبيـر الشـمالي)**</u> : فقـد يظهـر التركيـب الليتولـوجي سـيادة **الرسـوبات الرباعيـة** التـي **تتمثـل فـي الحجـر الرملـي** والرسـوبيات اللحقيـة والبحريـة المؤلفـة مـن الحصـى والكونغلوميرا غيـر المتماسـكة لتبـدي مقاومـة حتيـة منخفضـة جـداً ، علمـاً أنـه بعـد قيـام سـد 16 تشـرين لـم يعـد النهـر يهـدد السـهل السـاحلي بالفيضـان وجـرف التـرب، ولـم يعـد يتجـاوز عـرض وادي النهـر 50 م،

علماً أن عرض هذا الوادي كان يصل إلى 600م قبل قيام السد[1] ، كما تراجع الترسيب في المنطقة، وقد أظهرت المقارنة الآتية بين الصورة الجوية والصورة الفضائية تراجعاً واضحً لمكان مصب النهر الكبير الشمالي وفق الآتي:

الصورة (4) مصب النهر الكبير الشمالي في عام 1958



المصدر : هيئة الاستشعار عن بعد

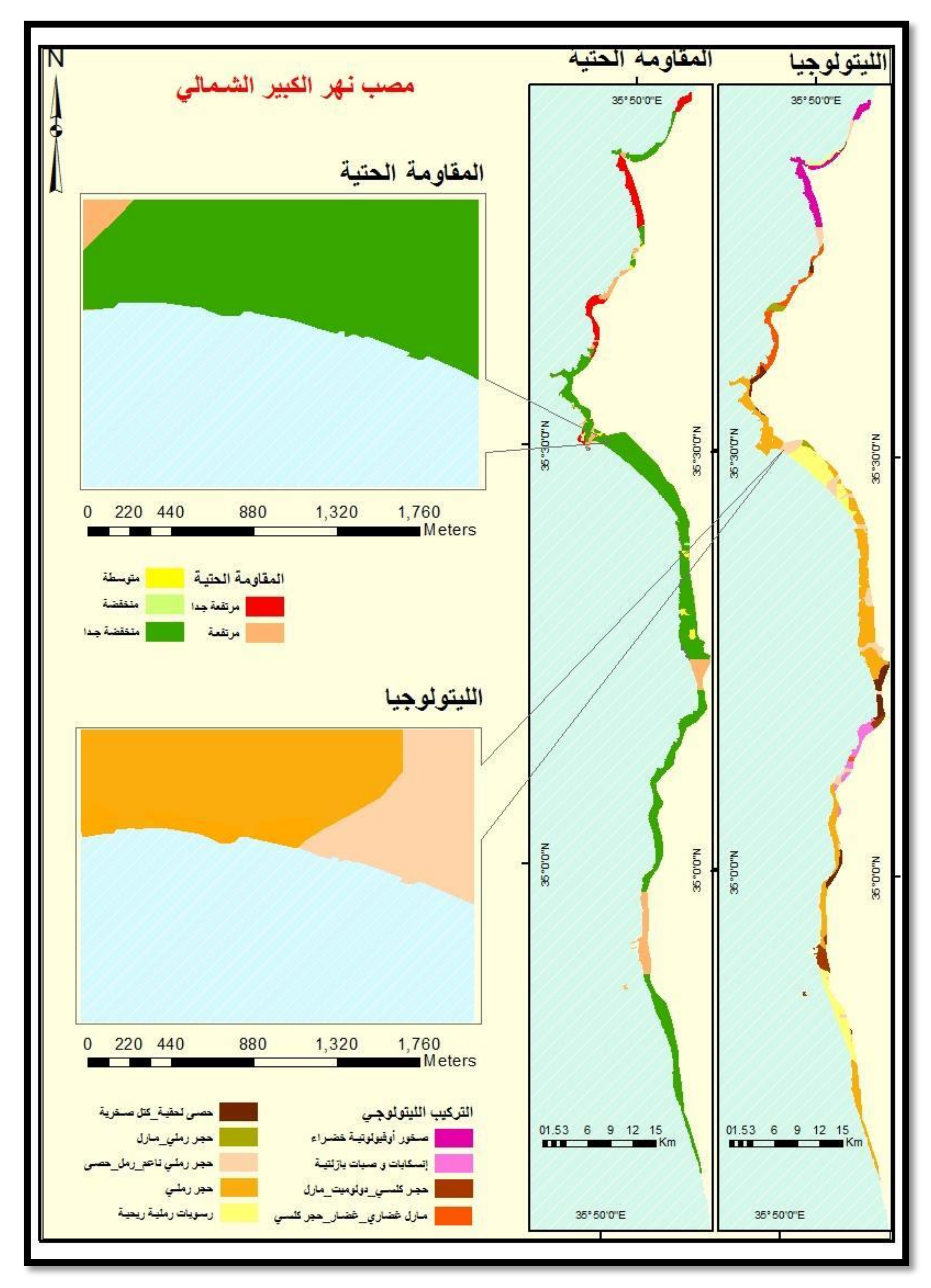
الصورة (5) التراجع الواضح وانزياح مكان مصب النهر الكبير الشمالي عام 2010

المصدر : الهيئة العامة للاستشعار عن بعد

يلاحظ من الصورتين أن بناء السد حجز الرسوبيات النهرية ومنعها من الوصول إلى الشاطئ والتراجع الواضح لمكان المصب .

---

[1]منيف بو حسون ، مشروع المراقبة والإدارة لبيئة النهر الكبير الشمالي ، الهيئة العامة للاستشعار عن بعد ، 2013 ،ص27



الخريطة (16) المقاومة الحتية المنخفضة جداً للصخور الرملية في مصب النهر الكبير الشمالي

المصدر من عمل الطالبة بالاعتماد على خريطة جيولوجية لحماه – اللاذقية بمقياس (1/200000) وخريطة جيوهندسية بمقياس(1/50000)

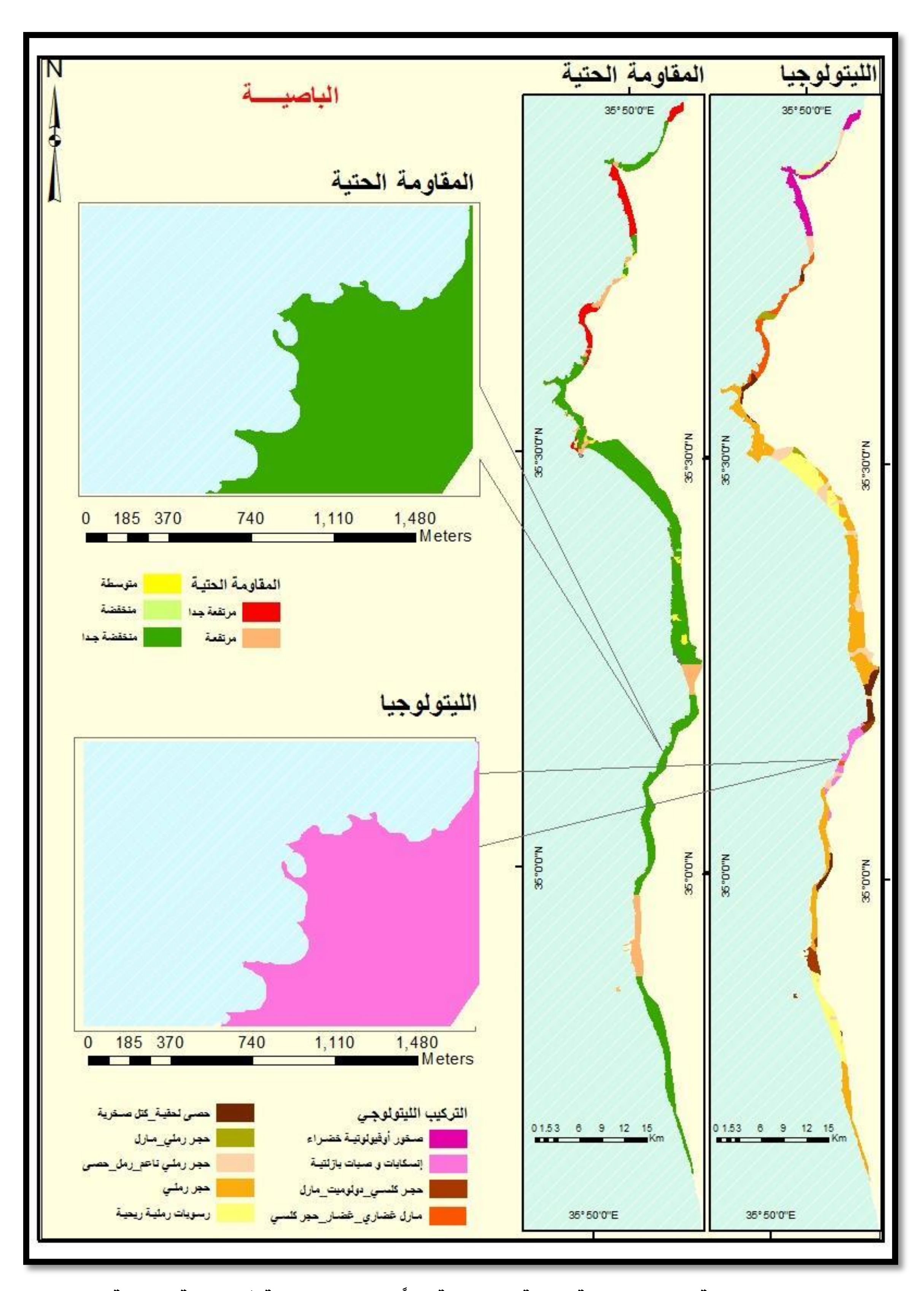
3-3-5- **المنطقـة الخامسـة (منطقـة الباصـية) :** يعـود وجـود المـواد البركانيـة فـي هـذه المنطقـة إلـى فتـرة نشـاط بركـاني طويلـة نوعـاً مـا ، حيـث كانـت تحـدث فتـرات نشـاط بركـاني يعقبهـا فتـرة هـدوء، وكانـت المـواد البيروكلاسـيتية تتعـرض خلالهـا للتعريـة، ويـدل على ذلك الاختلاف في ميول واتجاهات هذه التوضعات وكذلك في ألوانها .

ويعتقـد أن الفتحـات البركانيـة كانـت قريبـة مـن الشـاطئ خـلال فتـرة النشـاط البركـاني، حيـث توضـعت المـواد البيروكلاسـتيكية * بتوافـق فـوق الصـخور الرسـوبية المغمـورة بالمـاء التـي تتـرواح أعمارهـا مـن السـينومان إلـى البليوسـين الأسـفل ، وهـذه الفتحـات البركانيـة كانـت أحيانـاً علـى شـكل شـقوق تخـرج منهـا المـواد البركانيـة [1]؛ ليشـكل الوضـع المـذكور، وضـمن منـاخ المنطقـة بيئـة مناسـبة لتقـدم التجويـة والفسـاد، وتشـكل الأطـوار الزيوليتيـة *، ولـذلك أبـدى التركيـب الليتولـوجي للصـخور فـي هـذه المنطقـة مقاومة منخفضة جداً للحت بالنسبه للصبات والانسكابات البازلتية .

---

[1] **رامية وردة ، دراسة بترولوجية للصخور البازلتية في بانياس ، رسالة ماجستير ،قسم الجيولوجيا ، جامعة تشرين ، اللاذقية ، 2010 ، ص 26 .**

* الأطوار الزيوليتية : وهي مجموعة من المركبات المتكونة أساساً من السيليكات والألومينات المميه ،وهي أجسام صلبة تواجد على شكل مسحوق أبيض ويمكن ان يتغير اللون اذا استبدل الايون الموجب بأحد العناصر الانتقالية عالية المسامية وتستخدم كثيراً في عمليات الادمصاص الكيميائي . (القاموس الجغرافي الحديث) .



الخريطة (17) المقاومة الحتية المنخفضة جداً للصخور البازلتية في منطقة الباصية

المصدر من عمل الطالبة بالاعتماد على خريطة جيولوجية لحماه – اللاذقية بمقياس (1/200000)

وخريطة جيوهندسية بمقياس(1/50000)

وفيما يأتي أهم العوامل المؤثرة فى طبيعة الساحل :

1. **تعرجات خط الشاطئ وتوجيهه** للأمواج السائدة فخطوط االشاطئ المتعرجة تشتد تعرية رؤوسها المتوغلة في البحر في حين يزداد الترسيب داخل الخلجان.
2. **درجة انحدار المنطقة الساحلية** ، وخاصة الجروف البحرية الأكثر تعرضاً لفعل الأمواج، وكذلك ارتفاع هذه الجروف . إذ كلما انخفضت هذه الجروف زادت فرصة تآكلها بالأمواج.
3. **صلابة الصخور على الشاطئ ودرجة مقاومتها** للعوامل الميكانيكية (تأثير اصطدام الأمواج) ، والكيميائية (الناتجة عن تفاعل الصخور مع مياه البحر) .
4. **مظاهر بنيوية ولاسيما استجابة الصخور للحت ، ودرجة تكسرها وفواصلها** . إذ يتم نحت الحافات ذات الفواصل المتقاربة . وكذلك العلاقة بين زاوية ميل الطبقات وتوجيه خط الساحل . فحينما تميل الطبقات نحو خط الشاطئ يسهل حتها و تآكلها بالأمواج، أما الطبقات المائلة نحو اليابس فيصعب حتها، وتظل باقية فترات زمنية أطول نسبياً ؛ بمعنى أنها عندما تميل الطبقات نحو البحر ، فإن الكتل الصخرية تتكسر عند أسطح الفواصل بزوايا قائمة على مستويات الإنفصال الطبقى ، مكونة ما يعرف بالجروف المعلقة. بينما إذا كانت الطبقات تميل فى الإتجاه العكسى ،أي نحو اليابس، فإن الكتل الصخرية لا تستطيع التكسر عند سطوح الفواصل ، فإن الجروف تميل إلى الوقوف فى وضع قائم تقريباً.
5. **الغطاء النباتى للمنطقة الساحلية** من حيث نوعها (غابات ، شجيرات ، حشائش) ومدى كثافته، حيث يساعد الغطاء النباتى الكثيف على حماية السواحل بدرجة ما من تأثير الأمواج.
6. **عمق المياه أمام خط الشاطئ** ، فالمياه الضحلة تعمل على تكسير الأمواج ، وإضعاف طاقتها قبل وصولها إلى الشاطئ، بينما تساعد المياه العميقة على وصول الأمواج بكامل طاقتها مما يعظم تأثيرها الحتي و التخريبي.
7. **وفرة وحجم أدوات الحت الآلي** (المواد الترسيبية التي يمكن نقلها بالأمواج من القاع إلى خط الشاطئ)[1] .

3-4- <u>تأثير انحدار الشاطئ :</u>

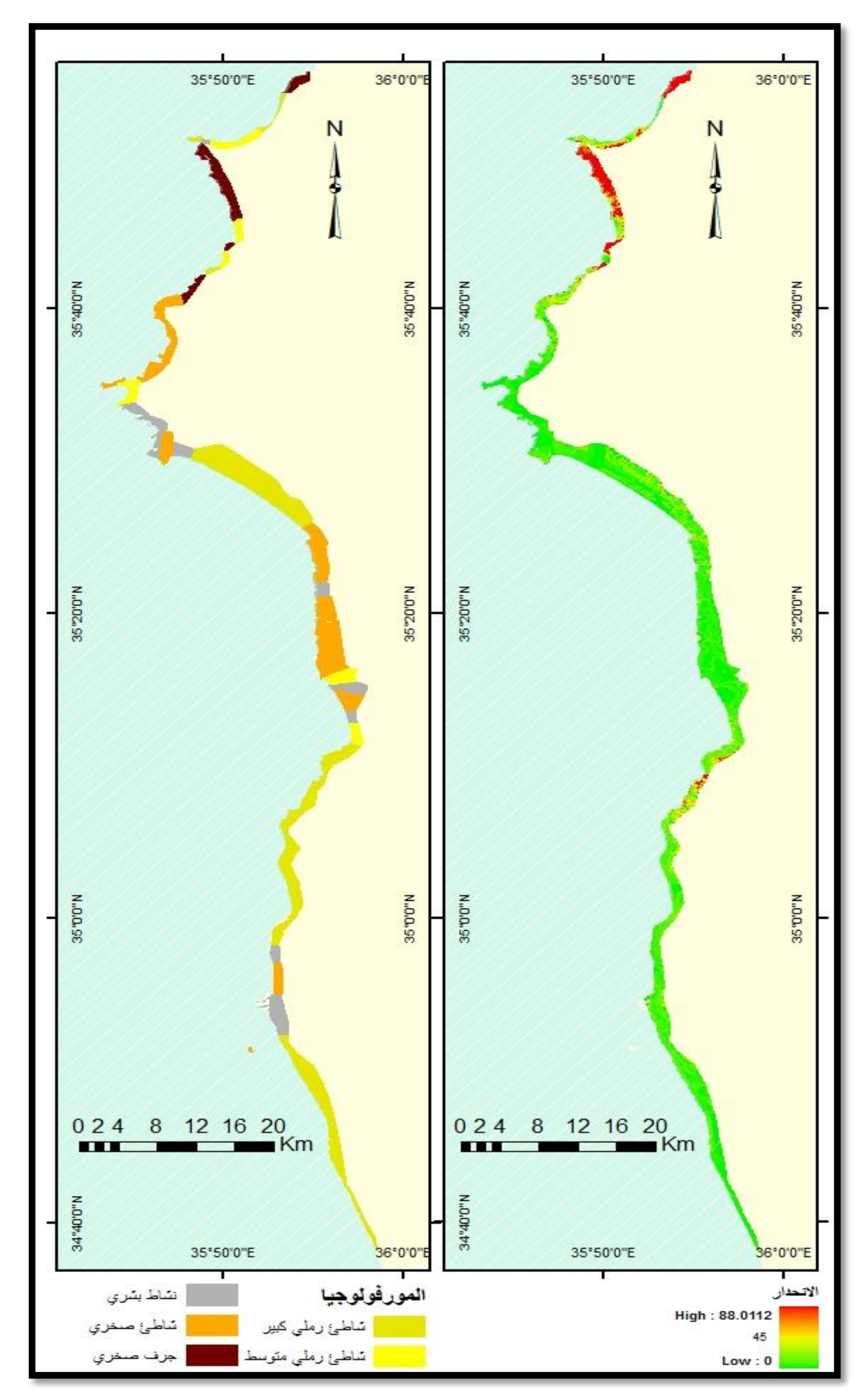
تؤثر درجة انحدار السطح على معدل تغير خط الشاطئ في المناطق الساحلية لاسيما في المناطق المختارة للدراسة، حيث تتيح درجة الانحدار اللطيفة عملية التوغل لمياه البحر على اليابس المجاور لخط الشاطئ بسهولة ويسر، كما هي الحال في مناطق الشواطئ الرملية الأمامية والخلفية بينما تقف الواجهات شديدة الانحدار عقبة أمام طغيان مياه البحر على الأجزاء التالية لها من اليابس المجاور كما تعمل على

[1] فواز الأزكي - محمد عبد الله عيسى ، علم أشكال الأرض ، منشورات جامعة تشرين ، 2009، ص 182 .

استهلاك طاقة عمليات التعرية البحرية في نحت وتقويض حضيض الواجهات شديدة الانحدار [1]، التي غالباً ما تمثل جروفاً نشطة في منطقة الدراسة .

فدرجات الانحدار لسطح السهل الساحلي السوري حدّدت من شريحة الكونتورات، حيث تم استخراج الشبكة المثلثية TIN ، ومنها استخرجت Raster Slop بدقة 10m، وقد استخدمت هذه الطريقة كونها أكثر دقة من درجات الانحدار المستخرجة من أنموذج الارتفاع الرقمي المتاح بدقة 30m، فدرجات انحدار السطح فوق السهل الساحلي السوري تراوحت مابين(°88–0) لتعطي أعلى درجة انحدار (°88) في القطاع الشمالي جنوب رأس الفاسوري وأخفض قيمة لها في أقصى الجنوب من الساحل السوري، وبالتحديد في منطقتي المنطار والحميدية والشكل الآتي يوضح درجات الانحدار على طول الساحل السوري التي ربطت بالمورفولوجيا الشاطئية ليتم تصيف التضاريس الساحلية إلى شواطئ رملية وشواطئ صخرية وتمييز الجروف الصخرية الأشد انحداراً :

[1] حسن سيد أحمد أبو العينين ، أصول الجيومورفولوجيا ،جامعة الامارات ، مؤسسة الثقافة الجامعية ،1995،ص544-545



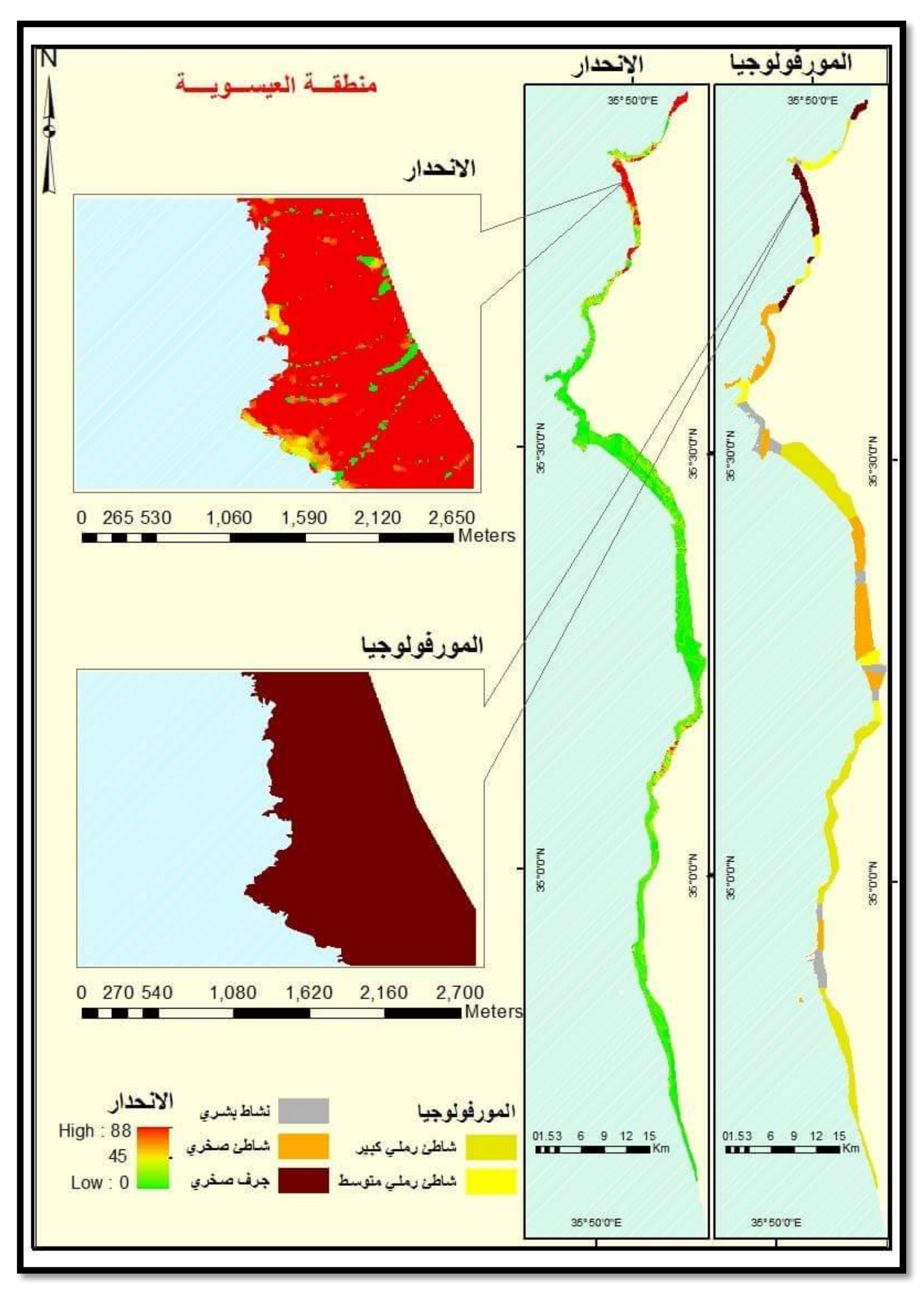
الخريطة (18) درجات الانحدار على طول الشاطئ السوري وعلاقتها بالمورفولوجيا الشاطئية

المصدر : من عمل الطالبة بالاعتماد على كنتورات بتباعد عمودي 10m مأخوذه من خرائط طبوغرافية 1\25000

ويلاحظ من الخريطة توافق الجروف الصخرية مع المناطق الشديدة الانحدار والشواطئ الرملية مع المناطق الأقل انحداراً.

ويـدعم دور قيمـة انحـدار السـطح فـي التـأثير علـى تغيـر خـط الشـاطئ اتجـاه الانحـدار علــى المســتوى التفصــيلي للمنطقــة ســواء كــان فــي اتجــاه البحــر، أم فــي اتجــاه مغــاير، حيث تمثـل المنـاطق التـي تميـل فـي اتجـاه البحـر ومتعامـدة عليـه منـاطق هـدم و إزالـة، و هـي فـي الأجـزاء الشـمالية مـن منطقـة الدراسـة علـى عكـس منـاطق الخلجـان التـي يلتقـي معهـا اليـابس مـع عوامـل التعريـة بزوايـا حـادة نسـبياً تقلـل مـن معـدلات النحـت والهـدم مـع زيــادة احتماليــة الإرســاب كمنــاطق الخلجــان التــي تلــي الــرؤوس مباشــرة إلا أنــه توجــد بعـض الاختلافـات المحليـة مـن شـأنها أن تـؤثر إيجابـاً أو سـلباً فـي معـدل واتجـاه التغيـر الجيومورفولــوجي لخــط الســاحل فــي المنطقــة، لــذلك تــم الاعتمــاد فقــط علــى درجــة الانحــدار، وقــد تــم حســاب درجــات الانحــدار فــي جميــع المنــاطق المختــارة للدراســة وربطت بالتغير المورفولوجي لمعرفة تأثيرها فيما بعد على تغير خط الشاطئ .

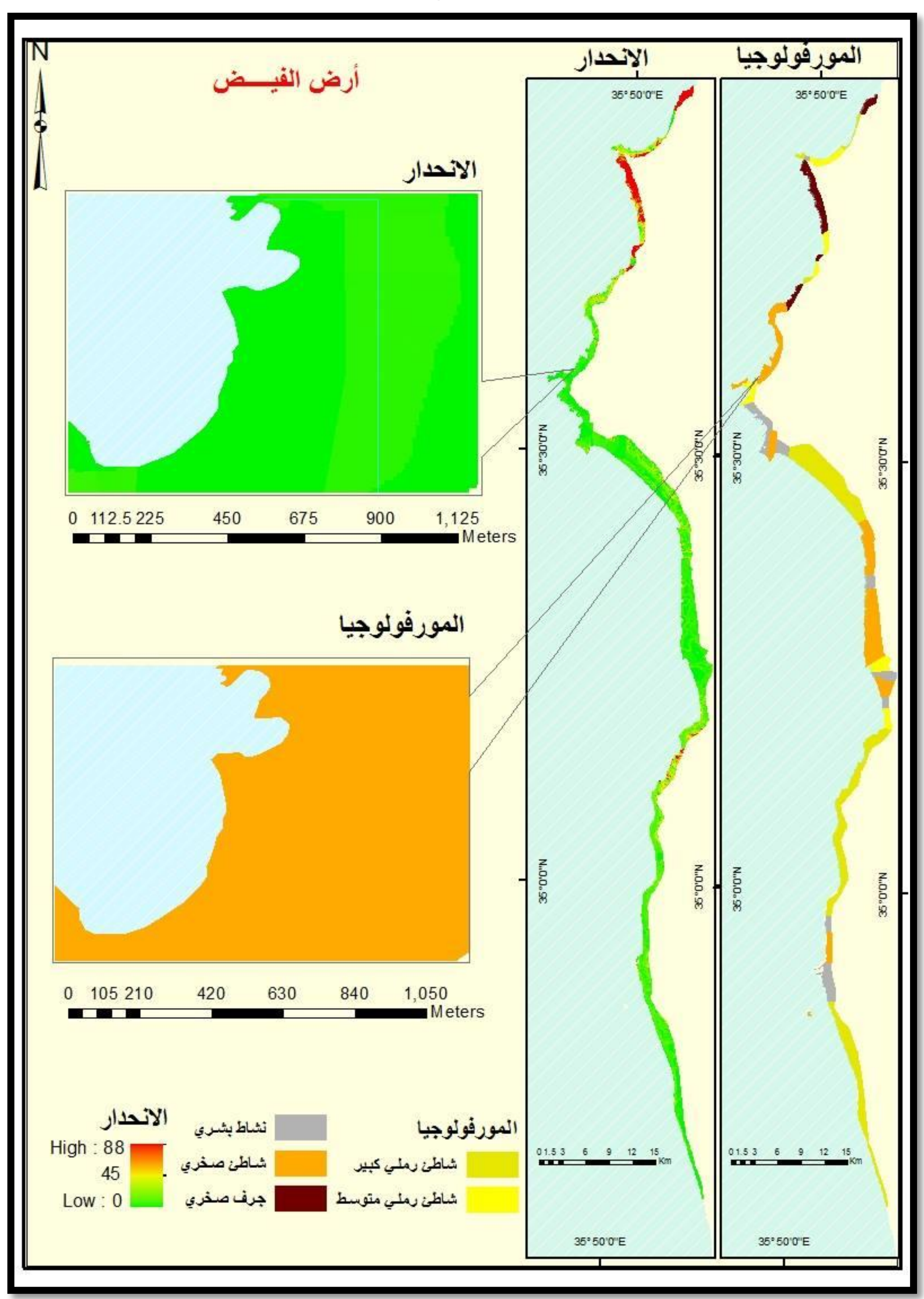
3-4-1- **منطقة العيسوية** تكاملت المورفولوجيا الشاطئية (جرف صخري) مع درجات انحدار كبيرة وصلت إلى (73°) مع اتجاه انحدار متعامد مع خط الشاطئ لتكون منطقة عاتية على الحت بدلاً من منطقة نحت.



الخريطة (19) درجات الانحدار في منطقة العيسوية والمورفولوجيا الشاطئية

المصدر : من عمل الطالبة بالاعتماد على كنتورات بتباعد عمودي 10m مأخوذه من خرائط طبوغرافية 1\25000

3-4-2- أما في المنطقة الثانية منطقة أرض الفيض فقد سجلت درجات انحدار قليلة تراوحت مابين (°1-0) مع شاطئ صخري منبسط إلى ضعيف الميل بالإضافة إلى خلجان تلتقي مع اليابس بزاويا حادة ورؤوس (رأس الزيرة ورأس ابن هانئ) حمت المنطقة من الرياح الغربية والجنوبية .

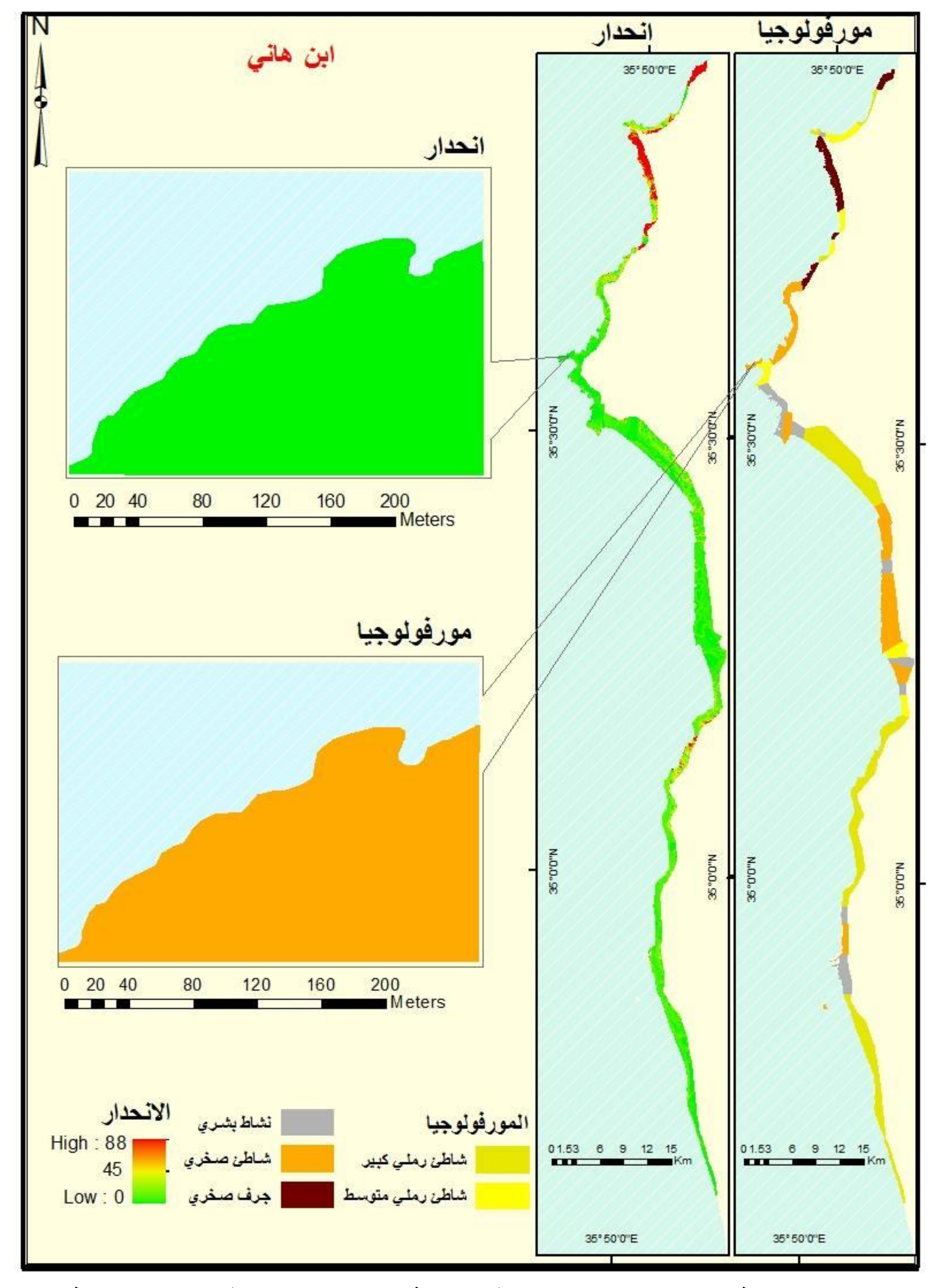


الخريطة (20) درجات الانحدار في أرض الفيض والمورفولوجيا الشاطئية

المصدر : من عمل الطالبة بالاعتماد على كنتورات بتباعد عمودي 10m مأخوذه من خرائط طبوغرافية 1\25000

3-4-3- أما المنطقة الثالثة منطقة ابن هاني فقد تراوحت درجات الانحدار ما بين (0 - 0.5°)

لشاطئ صخري ضعيف الميل، وهنا من الملفت في هذه المنطقة وجود حبال ساحلية (تومبولو) من صخور ضحلة تقع بمستوى سطح الماء أو دونه، حيث متوسط العمق هنا (± 1 m) فجميع الآبار المحفورة في أرض الزيرة جنوب مزار ابن هاني تؤكد ذلك [1] .



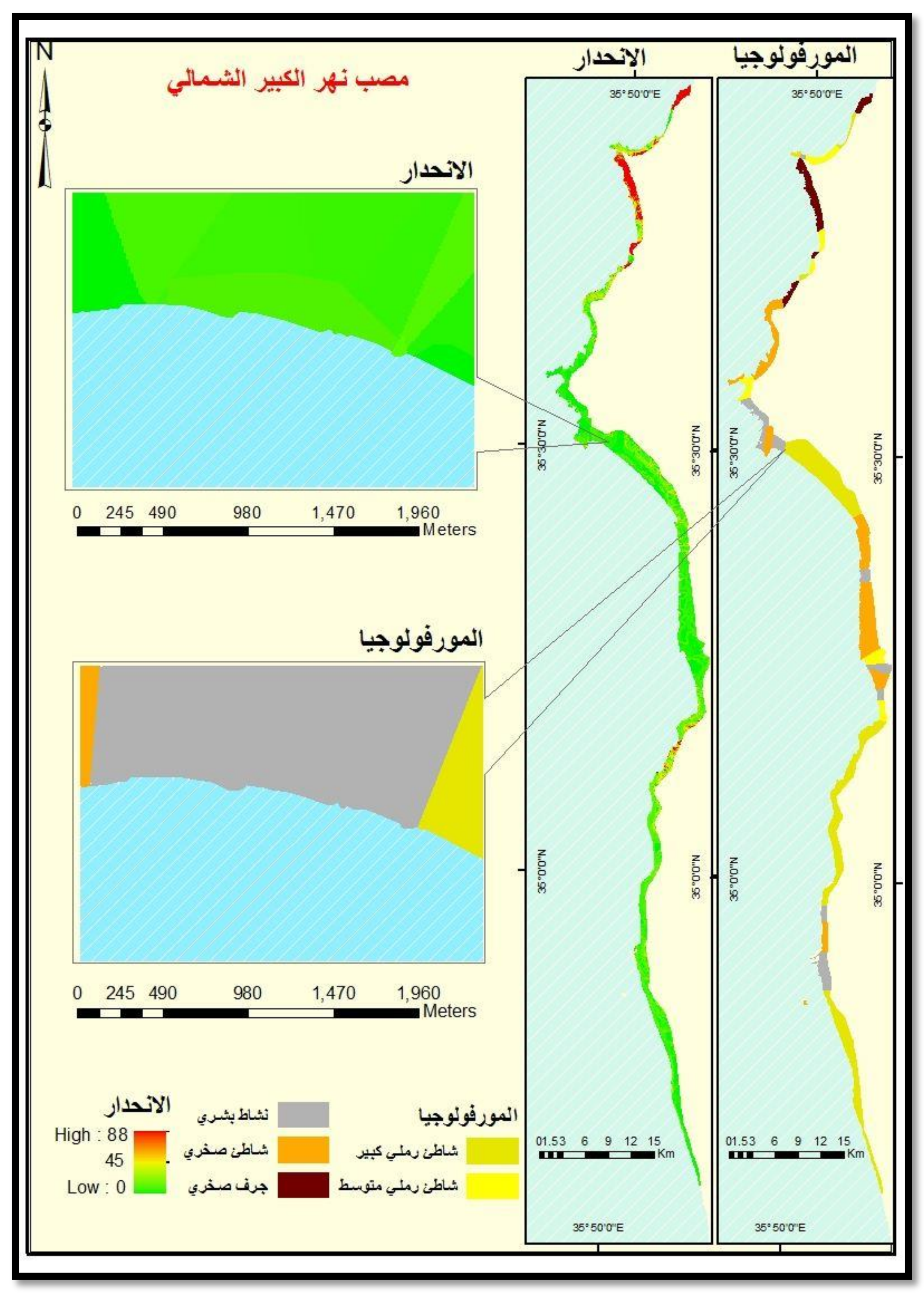
الخريطة (21) درجات الانحدار في منطقة ابن هاني والمورفولوجيا الشاطئية

المصدر : من عمل الطالبة بالاعتماد على كنتورات بتباعد عمودي 10m مأخوذه من خرائط طبوغرافية 1\25000

---

[1] حسين حجازي ، الموانئ والمراسي والملاجئ القديمة في ساحل القطر العربي السوري ، حمص ،1992، ص312 -304

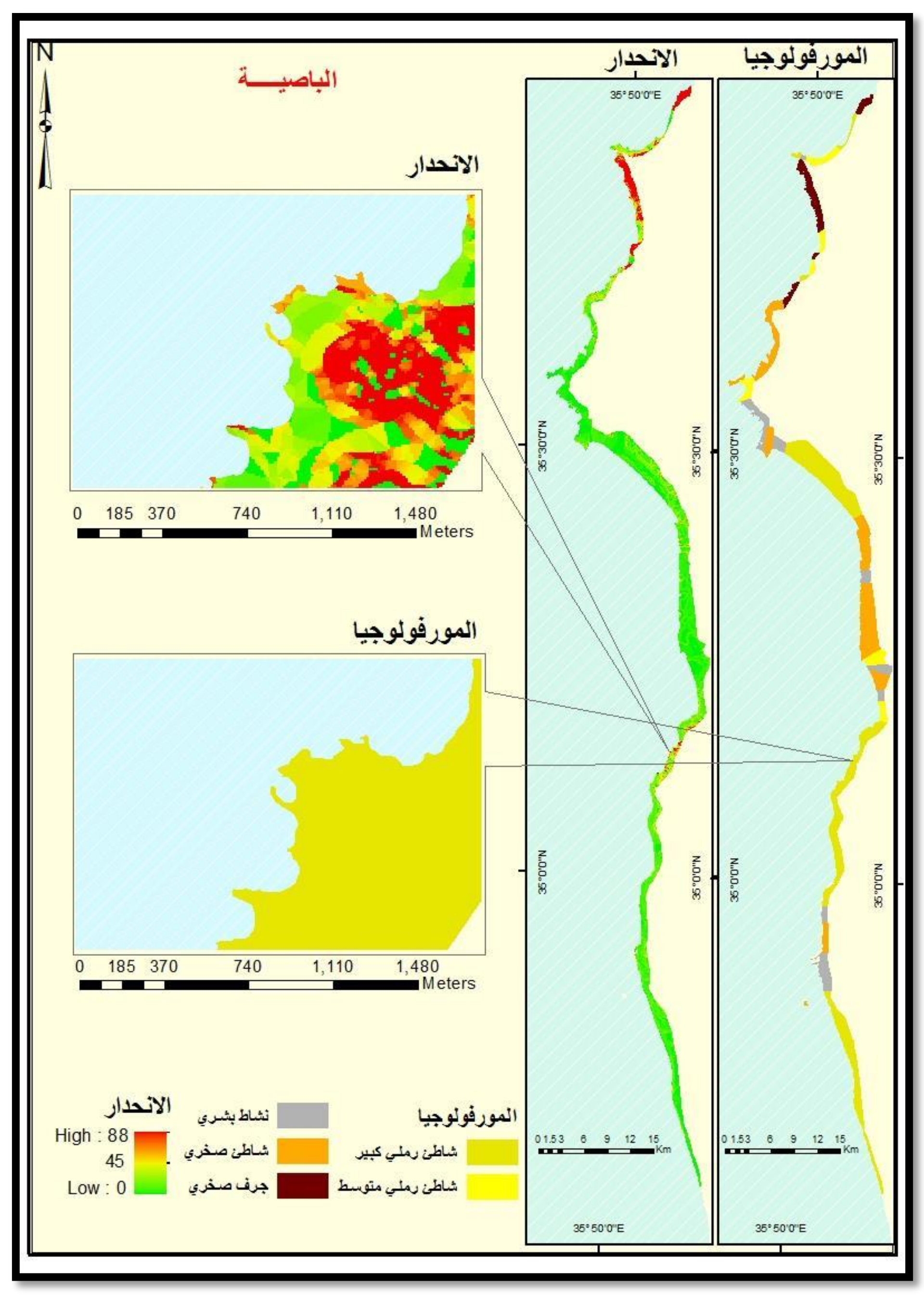
3-4-4- **أما في منطقة مصب النهر الكبير الشمالي** فقد تراوحت درجات الانحدار من (°1.5 -0) والمورفولوجيا الشاطئية أظهرت وجود شاطئ رملي كبير جنوباً وسيادة النشاط البشري (بناء ومنشآت) في الشمال **وكثافة هذه النشاطات البشرية حيث يوجد مصب نهر الكبير الشمالي ومعسكرات الطلائع وما يرافق ذلك من نشاطات مباشرة (سياحة، نقل ...الخ) .**



الخريطة (22) درجات الانحدار في مصب النهر الكبير الشمالي والمورفولوجيا الشاطئية

المصدر : من عمل الطالبة بالاعتماد على كنتورات بتباعد عمودي 10m مأخوذه من خرائط طبوغرافية 1\25000

3-4-5- أما في المنطقة الخامسة منطقة الباصية فقد تراوحت درجات الانحدار من (0-36°) والمورفولوجيا الشاطئية أظهرت وجود شاطئ رملي كبير، الرمل هنا خشن بشكل كبير ويترافق مع وجود الحصى الخشن ويأخذ لوناً مسوداً كونه ينشأ عن الصخور البازلتية التي تعود إلى الظهور في الحيز الشمالي من هذه المنطقة. ليرتفع خط الشاطئ في أغلب المواقع عن مستوى سطح الماء ويصبح شديد الانحدار. المناطق الرملية الصرفة من هذا القطاع ضيقة جداً، حيث نادراً ما تتعدى الأمتار القليلة، وتتوضع عادة في بعض الجونات الضيقة الموجودة هنا .



الخريطة (23) درجات الانحدار في منطقة الباصية والمورفولوجيا الشاطئية

المصدر : من عمل الطالبة بالاعتماد على كنتورات بتباعد عمودي 10m مأخوذه من خرائط طبوغرافية 1\25000

و يلاحظ أن أكثر المناطق انحداراً بين المناطق المدروسة هو مصب نهر السودا وأقلها انحداراً منطقة ابن هاني .

وبالتالي فالسببين الرئيسيين لتغير خط الشاطئ هما تغير منسوب مستوى سطح البحر بسبب تناوب الجليديات والدفيئات والسبب الثاني التكتونيك الحديث .

أما تغير خط الشاطئ المؤقت كان تبعاً للمد والجزر وعمليات الحت والارساب .

الفصل الرابع

التطور المورفولوجي لخط الشاطئ السوري

ما بين عامي 1958-2010

4-1-التعرية البحرية لصخور الشاطئ:

فالتعرية ناتجة عن فعل الأمواج والمد والجزر والتيارات البحرية ويكون تأثيرها على الشواطئ بعدة وسائل منها :

1. **الفعل الهيدرولوجي** : أي فعل المياه نفسها في صخور الشاطئ الذي تلامسه، حيث تصطدم فيه بقوة وتعمل على اكتشاف مناطق ضعف جيولوجية في الصخر فاندفاع الأمواج نحو الشواطئ تؤدي إلى ضغط الهواء، وبعد تراجعها بشكل مفاجئ يؤدي إلى حدوث صوت انفجاري، وبتكرار تلك العملية تتوسع الشقوق والفواصل فتزداد عمليات التعرية[1]
2. **الفعل الميكانيكي** : اصطدام الجلاميد والزلط والكتل الصخرية الصغيرة التي تحملها الأمواج بالأجزاء السفلى من الشواطئ، وخاصة في مناطق الأجراف. يؤدي إلى تراجع الشواطئ نحو اليابس، تهديد ما هو موجود من منشآت على السواحل وربما تتعرض للانهيار.
3. **عامل الجر** : حيث تنقل المواد التي تندفع من اليابس إلى جوف البحر، وفي أثناء عملية النقل يتدحرج الكثير منها فوق أرضية القاع لتعمل على تآكله وتعريته وخاصة في الأجزاء القريبة من خط الشاطئ .

- **التجوية الكيمائية** :تعمل مياه البحار على إذابة بعض الصخور التي تتكون منها الشواطئ، كما يكون لقوة اندفاع المياه فوق الشواطئ عند التعرض إلى العواصف والأعاصير الشديدة أثر في تحطيم الشواطئ [(1)].

4-2- دور نظم المعلومات الجغرافية في إظهار تغيرات خط الشاطئ السوري :

إن استعمال أدوات نظم المعلومات الجغرافية(GIS) يسمح بتتبع مختلف مراحل تغير خط الشاطئ مند الخمسينيات إلى الوقت الحالي . للقيام بذلك تم الاعتماد على برمجية Arc-GIS10.3 لتحليل الخرائط الجيولوجية والصور الجوية و الصورة الفضائية للساحل السوري .

حيث اعتمدت الدراسة بشكل أساسي على صورة فضائية عالية الدقة (1m) التقطت عام 2010 مرجعة ومسقطة إسقاطاً جغرافياً مأخوذة من الهيئة العامة للاستشعار عن بُعد، تم رسم خط الشاطئ عليها بدقة ؛ من أجل مقارنته ومطابقته مع خط الشاطئ المرسوم على الصور الجوية (أبيض –أسود) المأخوذة عام 1958 التي تم

---

[1] حسن سيد أبو العينين ، أصول الجيومورفولوجيا ، مرجع سابق ص532

[1] خلف حسين الدليمي ، الجيومورفولوجية التطبيقية ،الأهلية ،عمان،2001م.ص141.

الحصـول عليهـا مـن المؤسسـة العامـة للمسـاحة، علمـاً أنـه تـم إرجـاع كـل صـورة جويـة اعتمـاداً علـى الصـورة الفضـائية الحديثـة المرجعـة، وذلـك بمقارنـة علامـات أرضـية موجـودة في الصورتين مثل تقاطع طرق أو زوايا أبنية من خلال GIS .

إن الأخطــاء المرتبطــة بدقــة التصــوير العمــودي للصــور الجويــة ،وانعكــاس الصــورة ، والارتفـاع، والحـرارة والضـغط الممـارس علـى الآلـة المصـورة، يمكـن أن يـؤدي إلـى تشـوهات فـي الصـورة الجويـة ، حيـث اسـتنتج هـامش الخطـأ فـي هـذه الدراسـة بحـوالي ±0.19m وذلك اعتمـاداً علـى عـدم الدقـة فـي تغيـر معـدل نقطـة النهايـة (EPR) فـي كـل مقطـع واحـد مـن خـلال معادلـة U_E وهـي الجـذر التربيعـي لحـالات عـدم الدقـة فـي موقـع خـط الشـاطئ كل سنة مقسومة على عدد السنوات بين المسوحات الساحلية كما يلي :

$$^{1}U_E = \frac{\sqrt{u1^2+u2^2}}{(year1-year2)}$$

حيــث u1 ،u2 هــي اجمــالي الأخطــاء المرتبطــة بكــل موضــع مــن خطــوط الشــاطئ فــي ســنة 1958 بقــدرة تمييــز 10 م وســنة 2010 بقــدرة تمييــز 1م وينطـوي هـذا الـنهج علـى افتـراض معقـول بـأن الأخطـاء الناتجـة يـتم توزيعهـا بشـكل طبيعـي ، وهـذه الأخطـاء تـم أخـذها بعـين الاعتبـار فـي الرسـم البيـاني وفـي تفسـير النتائج .

$$U_E = \frac{\sqrt{10^2+1^2}}{(1958-2010)} = \frac{10.05}{52} = \pm 0.19m$$

ثـم تمـت المقارنـة بـين خطـي الشـاطئ لتظهـر فروقـات و تغيـرات متفاوتـة مرتبطـة بعـدة عوامل طبيعية وبشرية بشكل واضح على الصور الجوية و الفضائية.

3-4-التقدم والتراجع في خط الشاطئ السوري:

تكتسـب عمليـة رصـد التغيـرات الجيومورفولوجيـة التـي تحـدث فـي المنـاطق السـاحلية أهميـة كبيـرة فـي خطـط التنميـة المسـتدامة و حمايـة البيئـة ، حيـث يمثـل التغيـر فـي مظاهر السطح عنصراً رئيساً في استراتيجيات التخطيط لإدارة الموارد الطبيعية .

ومـن بـين هـذه التغيـرات مـا يصـيب خـط الشـاطئ مـن تغيـر مـن شـأنه التـأثير المباشـر علـى التنميـة الاقتصـادية فـي المنطقـة السـاحلية ، بسـبب عمليـة تآكـل الشـواطئ وتراجعهـا

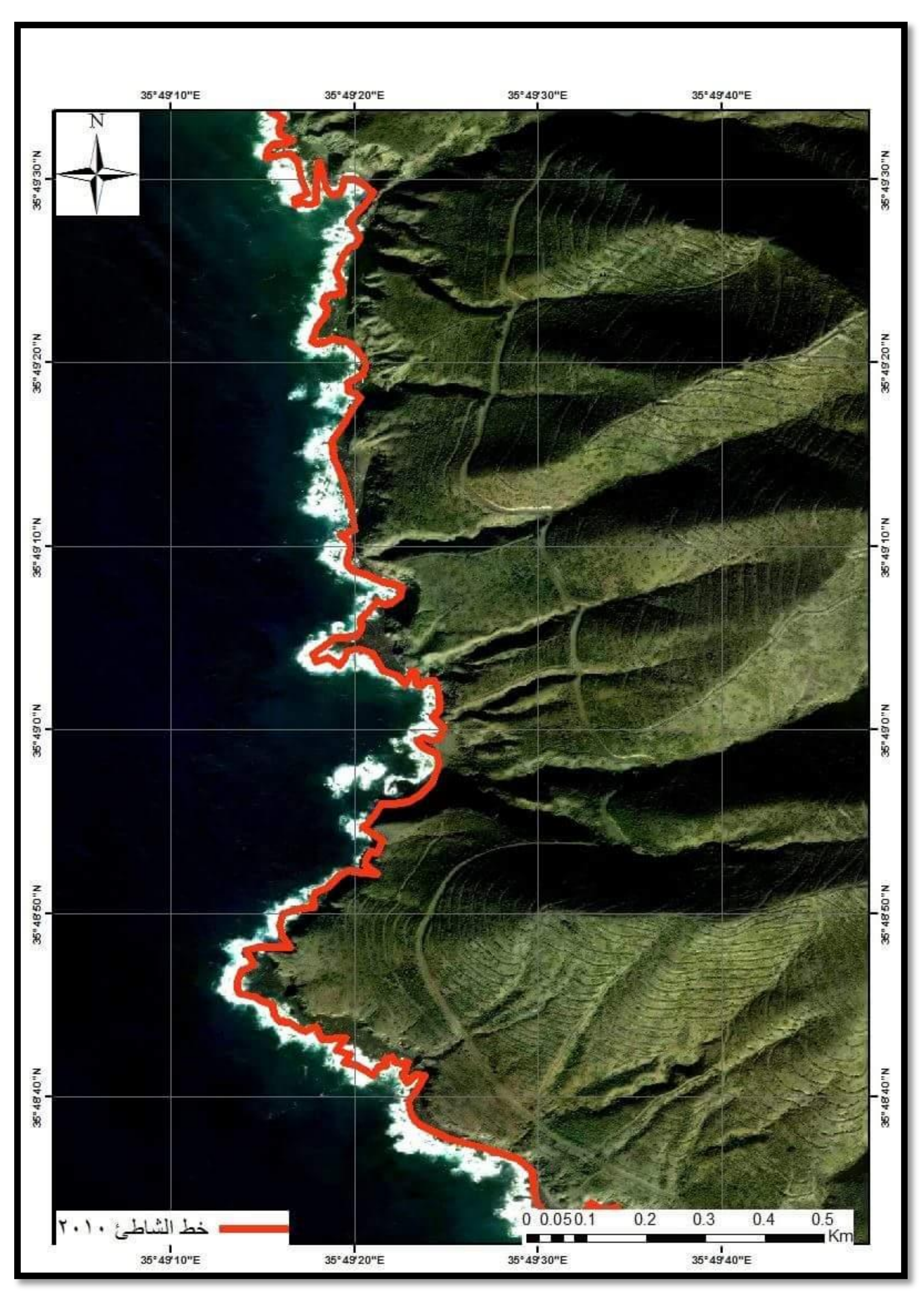
[1] Addo, K. A., Walkden, M., & Mills, J. T. (2008). Detection, measurement and prediction of shoreline recession in Accra, Ghana. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, *63*(5), 543-558

علـى حسـاب الملكيـات الخاصــة والعامــة ، فضــلاً عـن تـدهور التربـة فـي النطاقـات القريبـة من السواحل نتيجة لعمليات التعرية التي تصيبها .

ولـذلك فالتحديـد الـدقيق لخـط الشـاطئ ورصـد تغيراتـه هـو أمـر ضـروري للتخطـيط وإدارة المنطقـة السـاحلية، حيث تمت فـي هـذه الدراسـة المقارنـة بـين خطـي الشـاطئ خـلال عـامي (1958–2010) وفـق الآتـي : فبعـد أن تـم إرجـاع الصـورة الجويـة بنـاء علـى نقـاط علامـة مشـتركة بينهـا وبـين الصـورة الفضـائية المرجعـة –مـع مراعـاة الأخطـاء فـي الإرجـاع ضـمن القـيم المسـموحة – تـم إنشـاء شـرائح خطيـة لخطـي الشـاطئ فـي برنـامج Arccatalog ثـم الرسم في Arcmap.

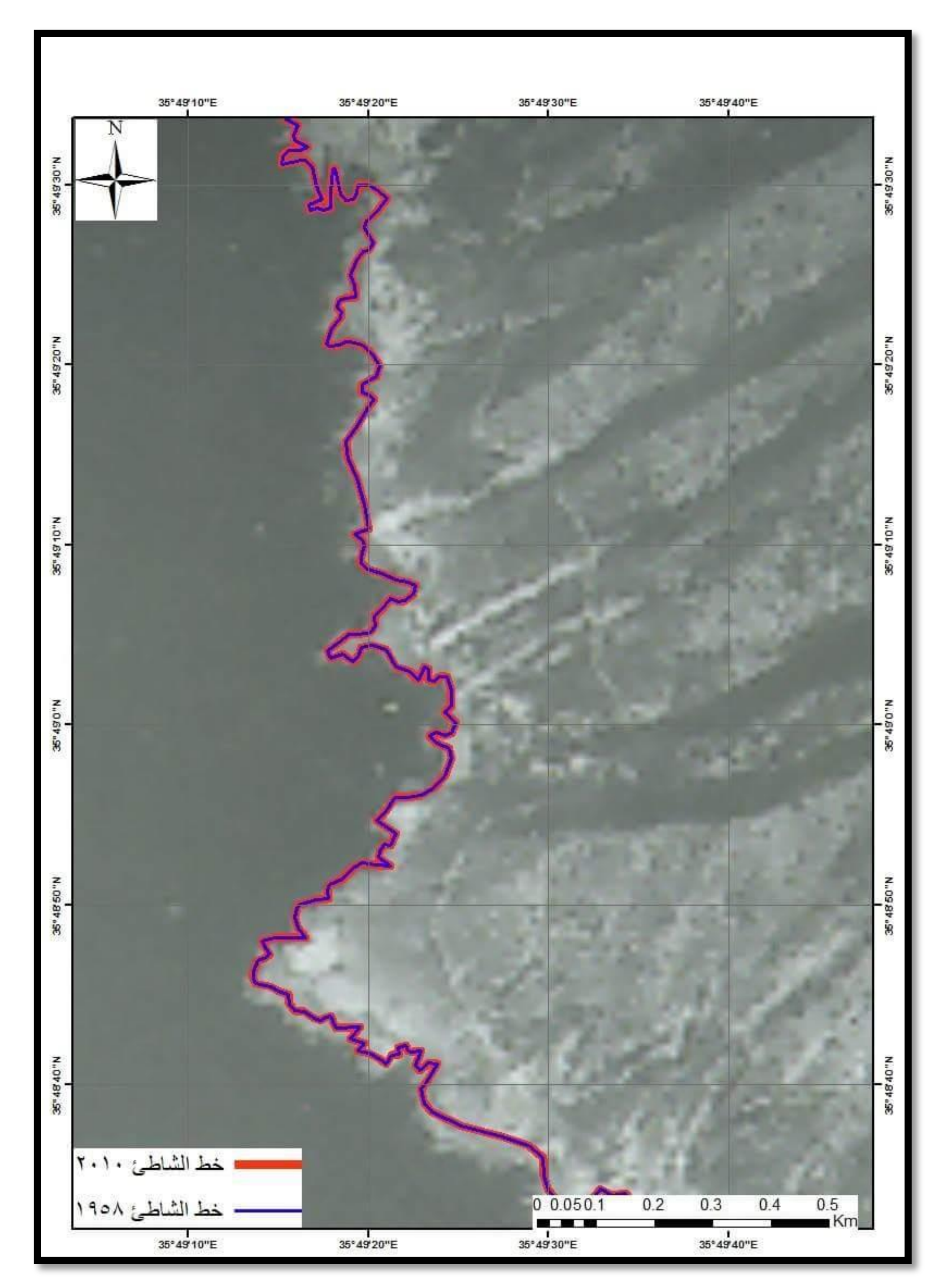
ومـن خـلال هـذه العمليـة تمكنـا مـن تعيـين المواقـع التـي حصـل فيهـا تغيـر لخـط الشـاطئ سـواء كـان هـذا التغيـر تـآكلاً أو ترسـيباً أو فعـلاً بشـرياً ، لتظهـر هـذه التغيـرات متفاوتـة بشـكل واضـح علـى الصـورة الجويـة والفضـائية ،ونخلـص لتحديـد المنـاطق التـي حصـل فيهـا تراجـع لخـط الشـاطئ والمنـاطق التـي حصـل فيهـا تقـدم لليابسـة علـى حسـاب البحـر، وعلى أساس الفروقات وبناءً على اختلاف طبيعة الصخور تم تحديد خمس مناطق :

4–3–1– المنطقــة الأولــى (العيسـوية) عنـد مسـيل السـودا تميـز خـط الشـاطئ بـالتعرج الشـديد وبعـده عـن الاسـتقامة ، ولـم تبـدي الخصـائص الجيولوجيـة للنطـاق السـاحلي فـي هـذه المنطقـة أي اسـتجابة لعمليـات التعريـة ليضـعف تـأثير عوامـل الحـت البحريـة، كلمـا اشـتدت صـلابة الصـخور، وقلـت نسـبة مـا تحتويهـا مـن عيـوب وفواصـل بنيويـة فـي هـذا النطـاق السـاحلي المكـون مـن صـخور المعقـد الأفيـوليتي، لـذلك لـم يبـد خـط الشـاطئ أي تغيـر، ولـوحظ انطبـاق كامـل بـين الصـورتين الفضـائية والجويـة لخطـي الشـاطئ فـي منطقة العيسوية خلال عامي 1958–2010 م وتظهر ذلك الخريطة (25):



الخريطة (24) خط الشاطئ في منطقة العيسوية لعام 2010

المصدر: من عمل الطالبة بالاعتماد على الصورة الفضائية بدقة 1m



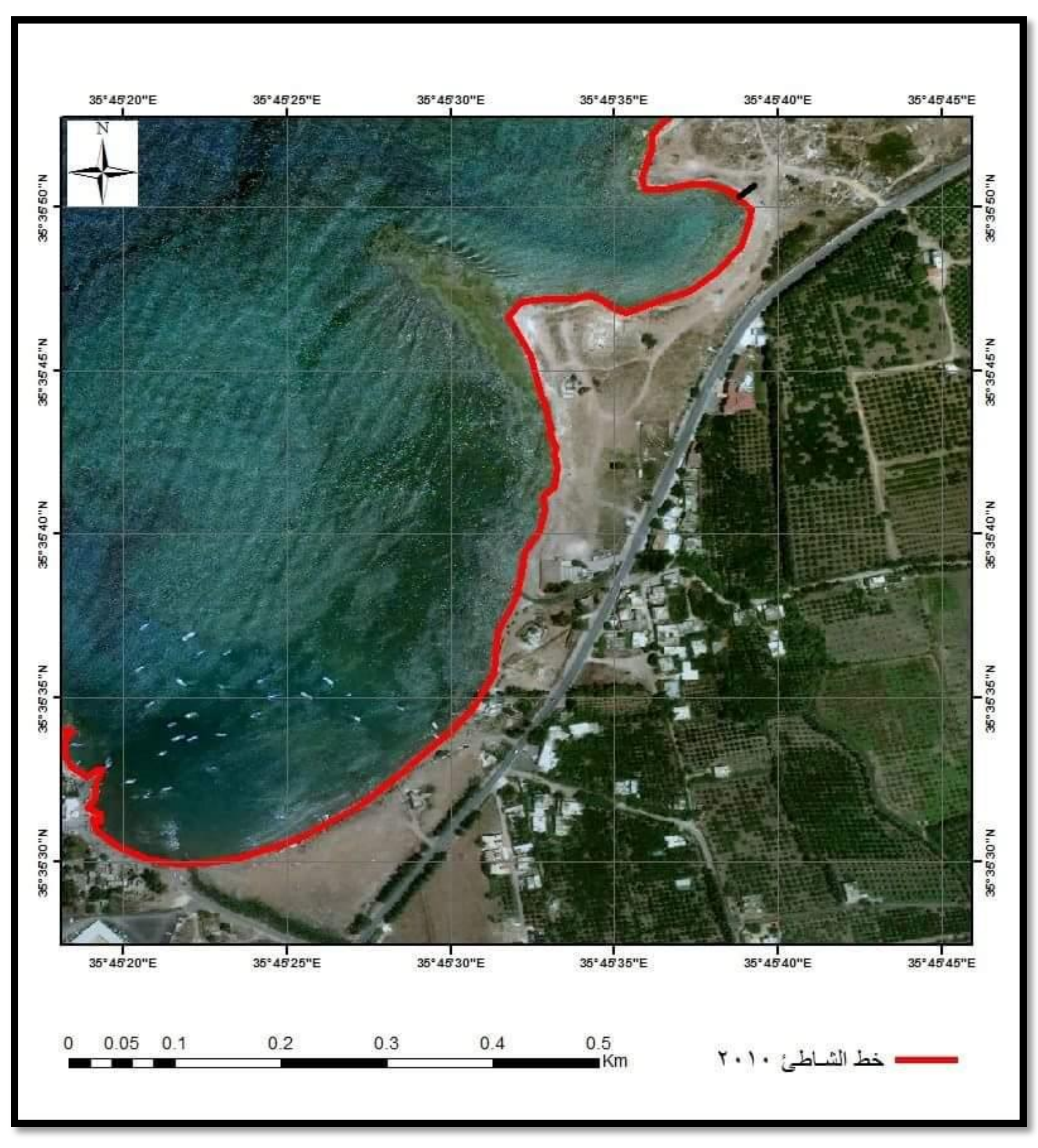
الخريطة (25) الانطباق الكامل لخطي الشاطئ في منطقة العيسوية

المصدر: من عمل الطالبة بالاعتماد على الصورة الجوية بدقة 10m

4-3-2- وفـي <u>منطقـة أرض الفـيض</u> لـوحظ الحـت بنسـب قليلـة فـي المنطقـة ولكـن السـيادة كانـت للترسـيب وتقـدمت اليابسـة علـى حسـاب البحـر بـين عـامي 1958-2010، حيـث قـدر الترسـيب بحـوالي15م كحـد أقصـى و5 م كحـد أدنـى ، وذلـك بسـبب المخلفـات النهريـة لسـاقية موسـى التـي عملـت علـى مـلء الـوادي باللحقيـات النهريـة، وازداد دور عمليـات التعريـة البحريـة كعامـل ارسـاب عنـدما التقـت مـع خـط الشـاطئ بزاويـة مائلـة، أو موازيـة لـه كمـا فـي مينـائي الفـاخورة وابـن هـاني البحـريين، ولاشـك أن هـذه المـوانئ كانـت

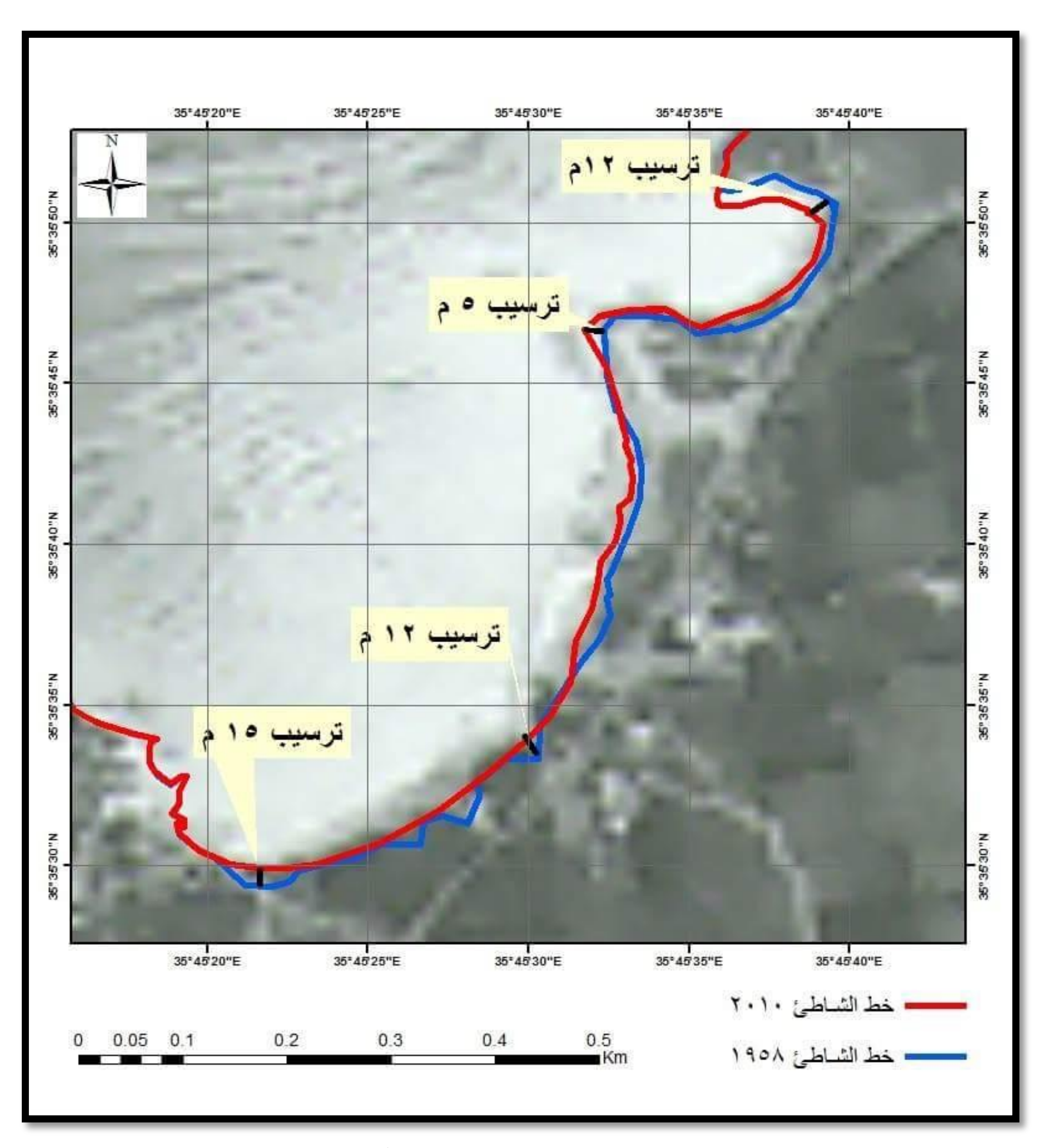
أعمق مما هي عليه الآن بكثير، ولكن كثرة السواقي والأودية النهرية في هذه المنطقة أسهمت على ملئها بالمخلفات النهرية مع العلم أن هذه الموانئ لاتزال تستخدم من قبل قوارب الصيد حتى الآن، ويمكن مشاهدة كسر الفخار بكثرة على اتساع هذه الموانئ، ومن هنا جاءت تسمية ميناء الفاخورة.

و تظهر مناطق الإرساب بشكل واضح على الخريطة(27) لدى المقارنة بين خطي الشاطئ (1958-2010) على الصور الجوية والفضائية في أرض الفيض .



الخريطة (26) خط الشاطئ في منطقة أرض الفيض2010

المصدر: من عمل الطالبة بالاعتماد على الصورة الفضائية بدقة 1m



الخريطة (27) المقارنة بين خطي الشاطئ في منطقة أرض الفيض 1958-2010

المصدر: من عمل الطالبة بالاعتماد على الصورة الجوية بدقة 10m

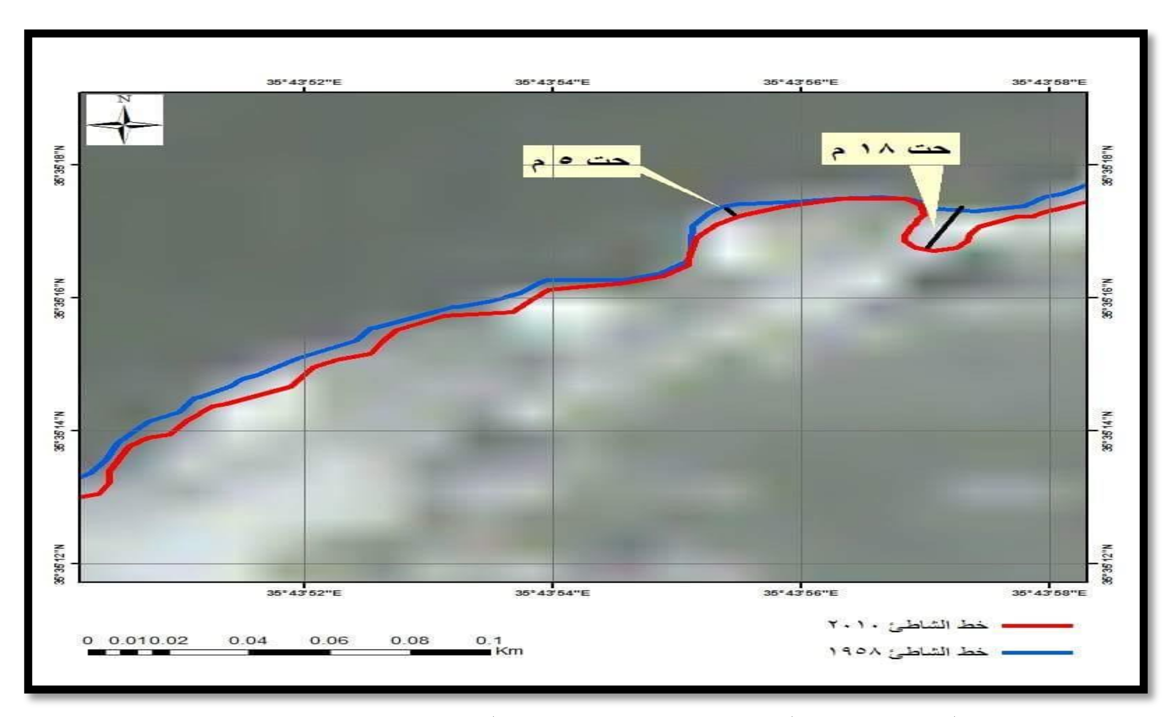
4-3-3- أما في منطقة ابن هاني :

إن الحت البحري هو الغالب على الرغم من وجوب حصول الترسيب إلى الشرق من الرأس ليتقدم البحر على حساب اليابس ويتراجع خط الشاطئ بمقدار 5- 18 م خلال الفترة بين عامي (1958-2010)، وساعد على ذلك الانحدار الضعيف في المنطقة والصخر الكلسي الشيلي المتصفح العائد للباليوجين ذي المقاومة الضعيفة بالإضافة إلى وجود شقوق تكتونية في المنطقة باتجاهات شمالية جنوبية زادت في تحطيم وتفتيت الأحجار الجيرية ذات الفواصل، بالإضافة إلى التجوية الكيميائية، ليصل

مقدار التراجع والحت في المنطقة إلى 18م . وهذه التغيرات ظهرت لدى المقارنة بين خطي الشاطئ في منطقة ابن هاني وتبين ذلك الخريطتين 28-29:



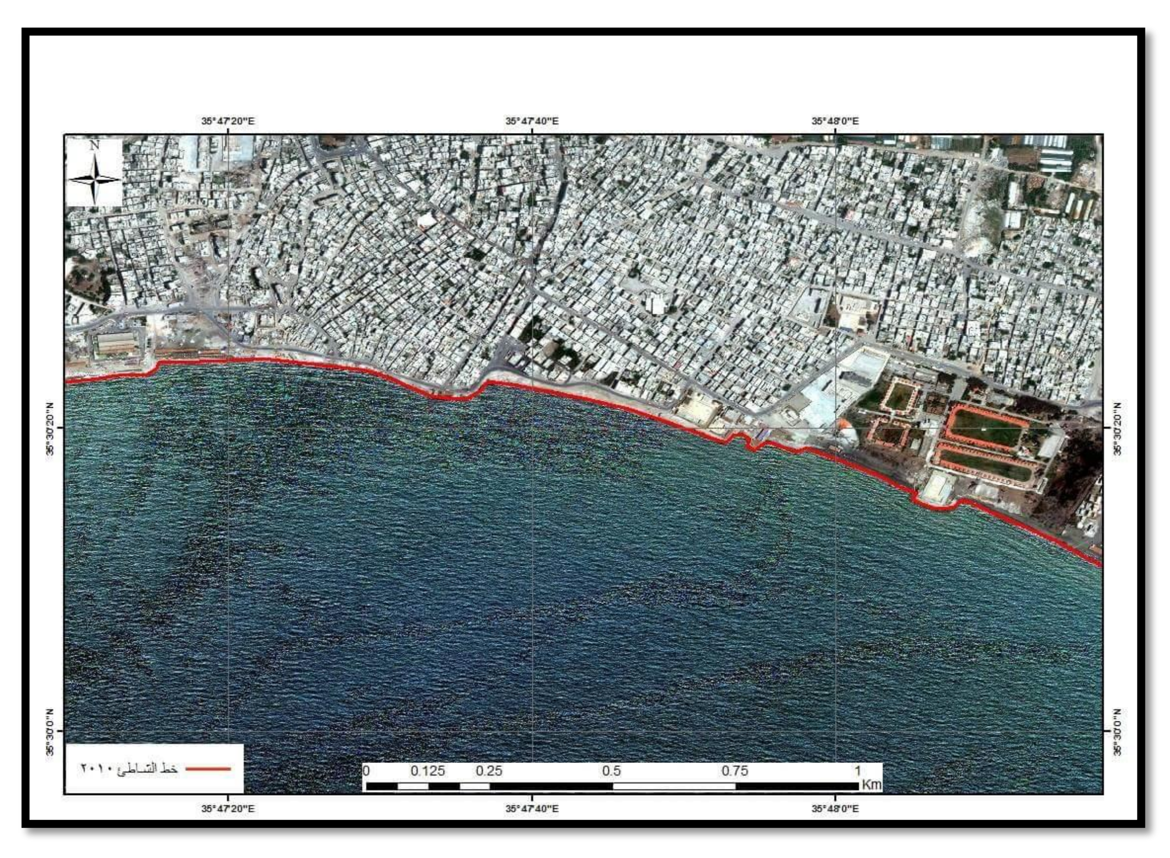
الخريطة (28) لخط الشاطئ في منطقة ابن هاني 2010
المصدر: من عمل الطالبة بالاعتماد على الصورة الفضائية بدقة 1m



الخريطة (29) المقارنة بين خطي الشاطئ في منطقة ابن هاني بين عامي 1958-2010
المصدر : من عمل الطالبة بالاعتماد على الصورة الجوية بدقة 10m

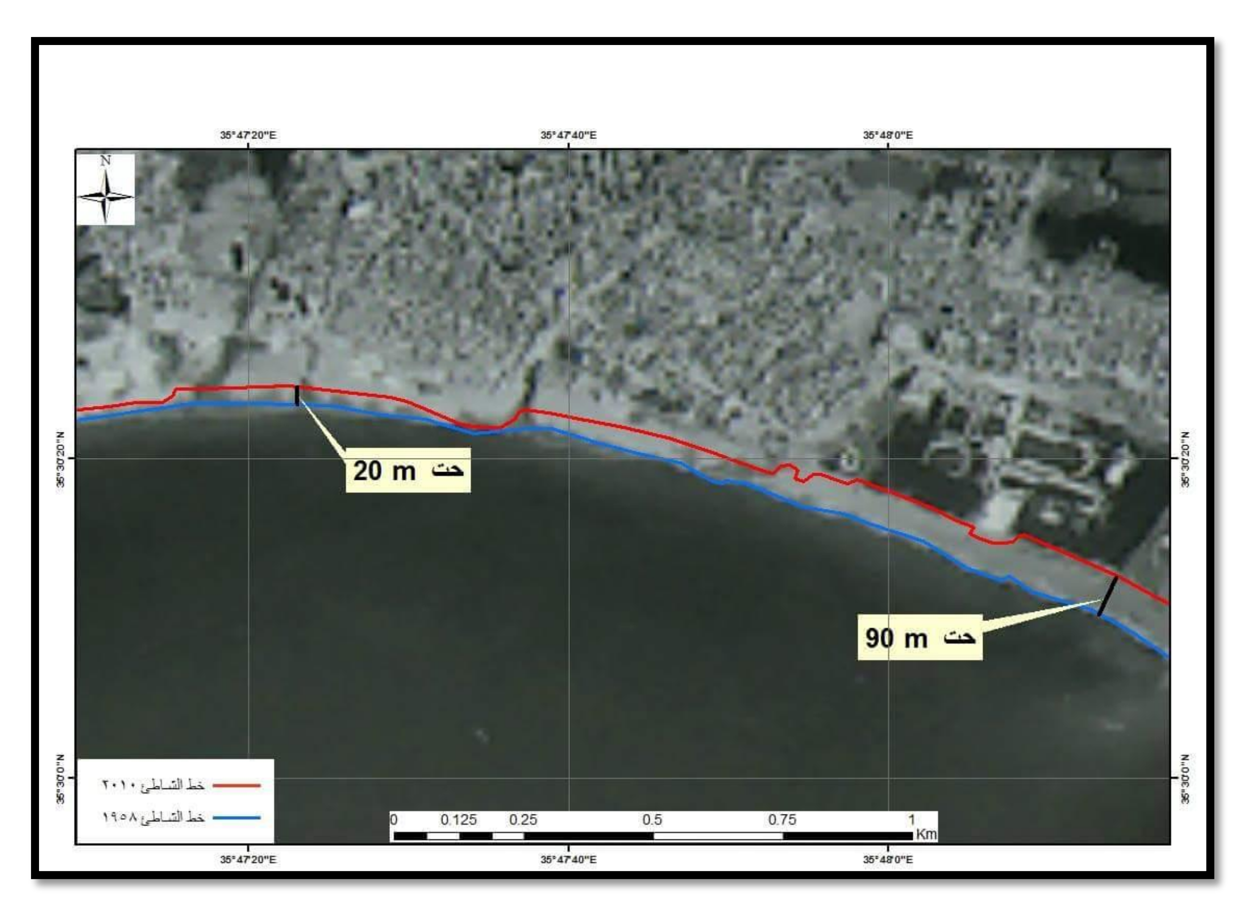
4-3-4- منطقة مصب النهر الكبير الشمالي يلاحظ لدى المقارنة بين خطي الشاطئ على الصورة الجوية حتاً شديداً وواضحاً وتراجعاً لخط الشاطئ بحوالي90-20 م، ساعد على ذلك المقاومة الحتية المنخفضة جداً لصخور الحجر الرملي والانحدار الضعيف، كما أن موقع خط الشاطئ هنا لاتجاه الرياح والأمواج، واتجاه التيارات أدى دوراً كبيراً في تزايد الحت في هذه المنطقة، بينما لم يلاحظ الترسيب في المنطقة على الرغم من أن النهر الكبير الشمالي يعد من أهم وأكبر الأنهار الساحلية الدائمة، ولكن تم حجز مياهه بوساطة سد 16 تشرين للاستفادة منها لأغراض الري الزراعي، مما خفض كثيراً من الوارد المائي العذب إلى البحر ومن كمية الرسوبات النهرية الملقاة على الشاطئ ليقل عرض الوادي النهري من 600 م قبل قيام السد إلى 50م بعد قيام السد ويغير النهر مكان مصبه مابين عامي (1958-2010)، فبعد أن كان يتجة مسار النهر نحو المصب شمالاً أصبح يتجه جنوباً، وهذا ما تم توضيحه سابقاً.

و ستزيد هذه التغيرات في المستقبل من حدة التأثير السلبي الناتج عن تغيرات المناخ العالمي وارتفاع سوية مستوى سطح البحر لتجعل من المنطقة ذات خطورة مرتفعة لأي تغيير في المستقبل القريب . وتوضح الخريطة (31) المقارنة بين خطي الشاطئ تراجعاً واضحاً لخط الشاطئ وسيادة الحت على الترسيب:



الخريطة (30) خط الشاطئ في منطقة مصب النهر الكبير الشمالي عام 2010

المصدر :من عمل الطالبة بالاعتماد على صورة فضائية بقدرة تمييز m1



الخريطة (31) المقارنة بين خطي الشاطئ في مصب النهر الكبير الشمالي بين عامي 1958–2010

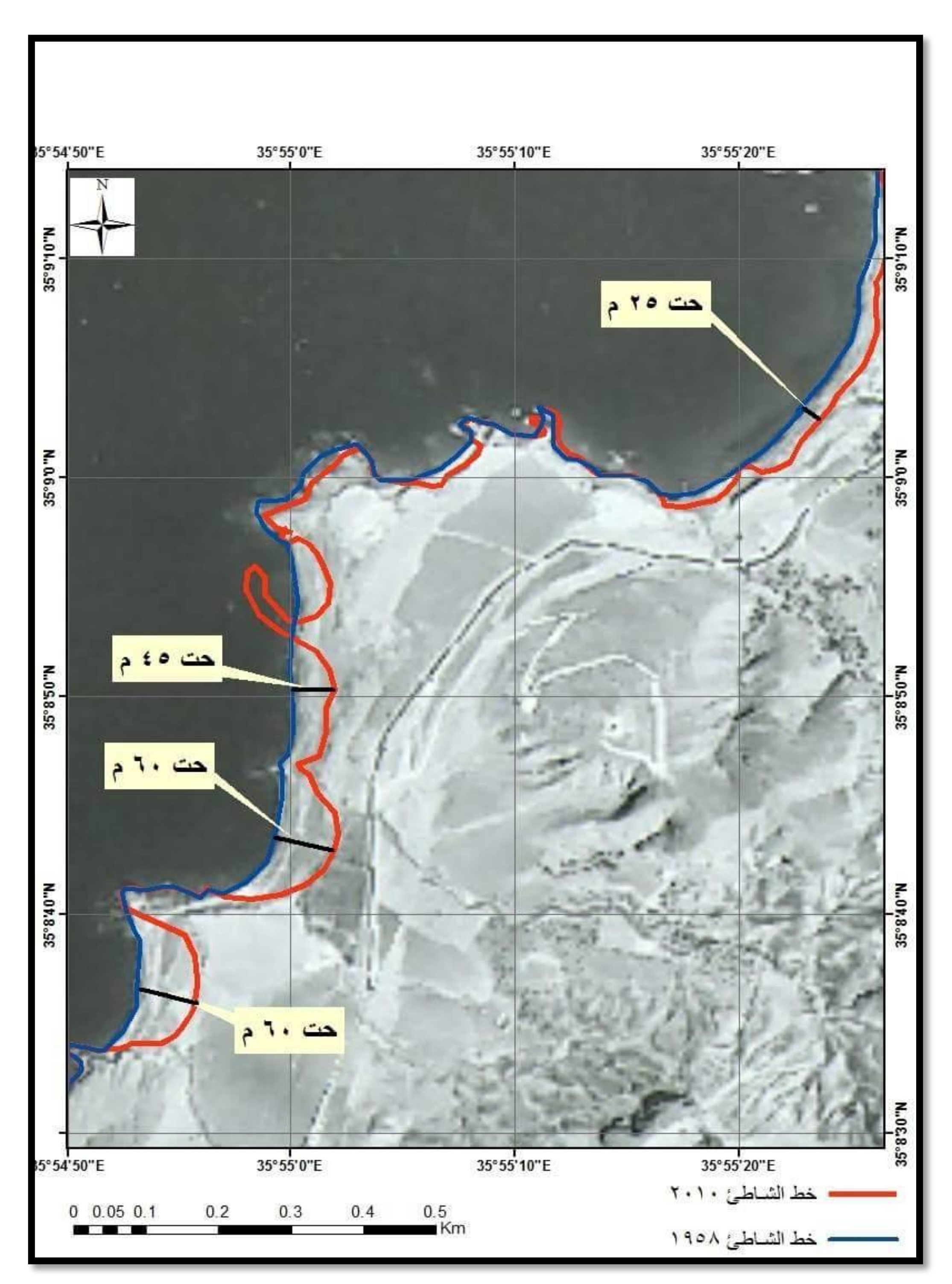
المصدر : من عمل الطالبة بالاعتماد على صورة جوية بدقة 10m

4-3-5- <u>أما في منطقة الباصية</u> : فقد لوحظ في هذه المنطقة غلبة الحت عند المقارنة بين خطي الشاطئ ليتراجع خط الشاطئ بمقدار 60-25 م، ولتبدي الصخور البازلتية مقاومة ضعيفة جداً، فالتدفقات البازلتية النيوجينية التي حددت جزءاً كبيراً من مورفولوجية الشاطئ في القسم الجنوبي، اعتراها الفساد والتفتت نتيجة للبيئة الرطبة والدافئة وتأثير الأمطار، أما الاختلاف في مقدار الحت والتراجع فيعود إلى الاختلاف في درجة الانحدار حيث لوحظ أن الجروف الساحلية الأكثر ارتفاعاً تميزت بمقدار تراجع لليابسة أبطأ من نظيراتها الأقل ارتفاعاً في حال تماثلت وتساوت معدلات التعرية وتجانس التركيب الصخري ، كما لوحظ الترسيب بين البرج الصليبي(برج الصبي) والبرج العثماني عند مربط المرقب ، حيث جهز هذا الحاجز البشري الاصطناعي للأعمال البحرية ولتأمين الاحتياجات. وتوضح الخريطة (33)المقارنة بين خطي الشاطئ في الفترة الزمنية نفسها ذلك :



الخريطة (32) خط الشاطئ في منطقة الباصية عام 2010

المصدر: من عمل الطالبة بالاعتماد على صورة فضائية بدقة 1m



الخريطة (33) المقارنة بين خطي الشاطئ في الباصية خلال عامي1958−2010
المصدر: من عمل الطالبة بالاعتماد على صورة جوية بدقة 10m

من خلال عملية المطابقة بين الصورة الجوية و الصورة الفضائية تبين أن مقدار تراجع خط الشاطئ أكبر من مقدار تقدمه، لذلك تمت عملية إسقاط النتائج على الصورة الجوية لكي تظهر بوضوح الفروقات .

4-4- تقدير معدل التغير في خط الشاطئ باستخدام تقنية التحليل الاحصائي (EPR) :

درس الكثير من العلماء التعرية الساحلية ،واقترحت الكثير من الطرائق لقياس التراجع الساحلي، ومن بينها طريقة خط الأساس ، وطريقة التجزئة الديناميكية * ، وطريقة تقدير التخزين المؤقت للمربعات الصغرى وغير الخطية *. ولكن الطريقة الأكثر شيوعاً التي اختيرت في هذا البحث هي طريقة خط الأساس التي تعرف بطريقة (المقطع العرضي) التي استخدمت من قبل (Dolan, Hayden, and Heywood, 1978)[1]، حيث اختير خط الأساس (baseline) موازياً لخط الشاطئ، و اعتمد من جهة اليابسة لكل الخرائط ومن منطقة متقاربة مع خطي الشاطئ بين عامي 1958-2010 لتحسب درجة التغير بوساطة الانزياح المقاس والمتعامد مع خطوط المقاطع التي تم انشاؤها لاستنتاج معدل التغير؛ أما إنشاء المقاطع العرضية ومقاييس التغيير فكان بشكل تلقائي باستخدام برامج خاصة مثل DSAS (Digital Shoreline Analysis System) التي ألحقت ببرنامج ArcGIS، هذا الامتداد يحتوي على عناصر حددت خط الأساس وأنتجت مقاطع متعامدة لتعطي تصنيفاً واضحاً لخط الشاطئ و معدلاً لتغيره على طول المقاطع. وفي التحليل تم حساب معدل التغير لخط الشاطئ خلال فترة الدراسة باستخدام المؤشر الاحصائي NSM (Net Shoreline Movement) الذي يحسب المسافة بين أقدم وأحدث خط شاطئ لكل مقطع ليعطينا معلومات عن المسافة الكاملة للتغير والمؤشر الإحصائي EPR (End Point Rate) معدل نقطة النهاية الذي يحسب بتقسيم المسافة بين حركة خط الشاطئ والوقت المنقضي بين أقدم وأحدث القياسات (أي أقدم وأحدث خط شاطئي) ، والميزة الرئيسة ل EPR هو سهولة حسابه والحد الأدنى من متطلبات البيانات الساحلية (اثنين من الشواطئ). العيب الرئيس هو أنه في الحالات التي يتوفر فيها أكثر من خطين شاطئيين ، يتم إهمال المعلومات المتعلقة بسلوك الخط الشاطئي الذي توفره الشواطئ الإضافية. و يتم إغفال التغييرات في علامة أو حجم اتجاه حركة الشاطئ، أو التقلبات الدورية للسلوك. ولكن في هذه الدراسة تم استخدام خطين للشاطئ وتم تجاوز عيوب هذه التقنية الإحصائية .

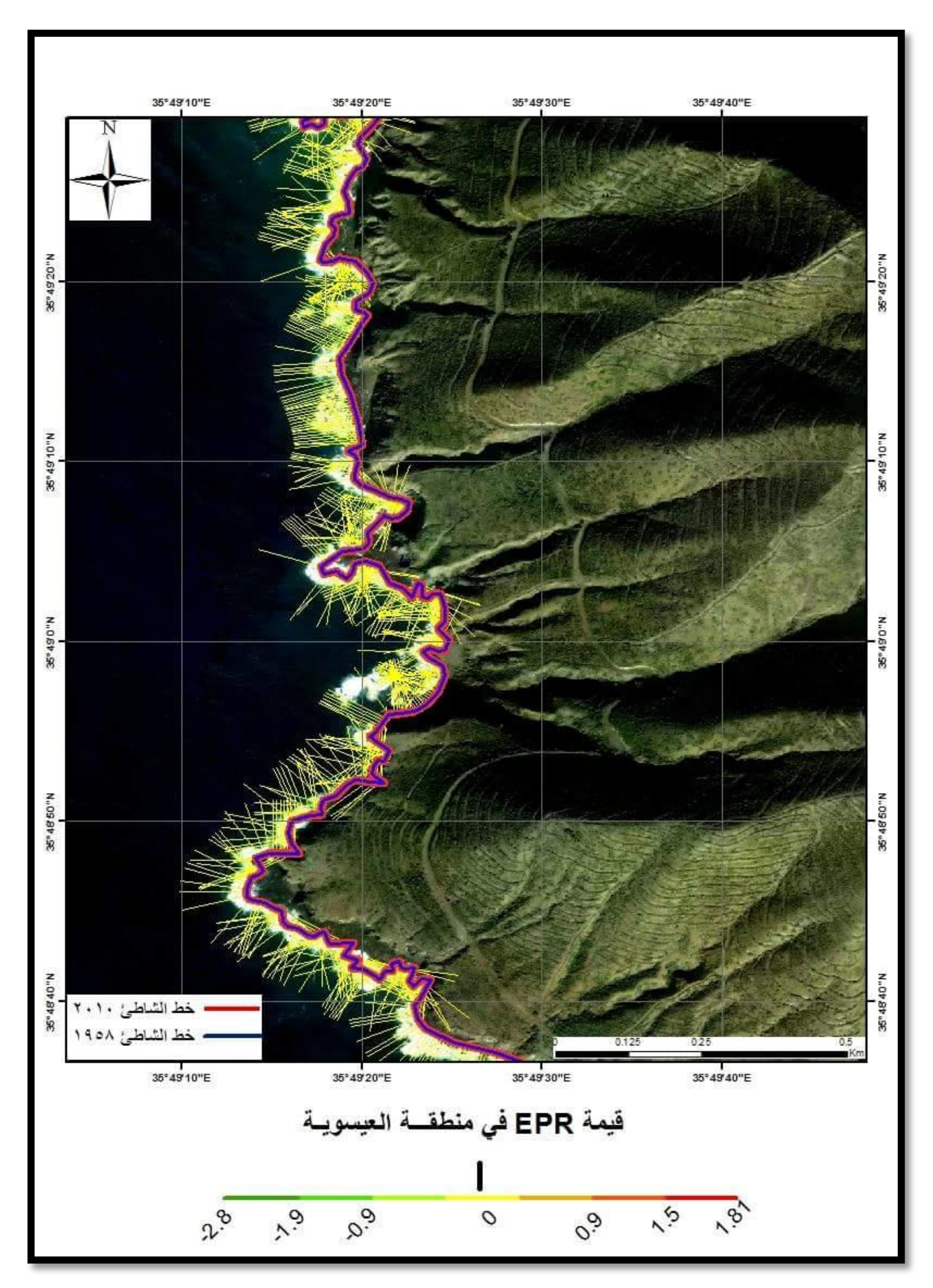
* طريقة التجزئة الديناميكية:طريقة تعتمد على الجيران الأقرب للمنطقة المثلثية (TANN) من أجل اكتشاف التغيرات بشكل أكثر فعالية وفيها يتم قياس وجمع مسافتين اولهما يستند إلى بين عينة البيانات ومركز تجميعها والمجموعة الثانية تكون البيانات وأقرب جار لها في نفس المجموعة .

* طريقة التخزين المؤقت للمربعات الصغرى وغير الخطية : تتضمن قيمتين ذات مغزى مادي هما حجم واحتمالية تراجع خط الشاطئ وفقاً للانحراف المتوسط والانحراف المعياري للتعويضات الساحلية . من خلال قياس إزاحات خط قياسي نموذجي من خط مرجعي حقيقي على أن تتبع هذه القياسات نموذج غوسي .

[1] Dolan, R.; Hayden, B., and Heywood, J., 1978. A new photogrammetric method for determining shoreline erosion. Coastal Engineering, 2, 21–39.

وقد تم اعتماد تصنيف محدد يوضح قيم ال (EPR) في المناطق المختارة للدراسة لتدل القيمة صفر على انطباق كامل لخطي الشاطئ فلا حت ولا ترسيب هنا، أما القيم السالبة فقد أعطيت بتدرجات للون الأخضر لتدل على الحت وتبدي تراجعاً واضحاً لخط الشاطئ، بينما القيم الموجبة لـ (EPR) دلت على الترسيب في المنطقة، وتقدم لليابسة على حساب البحر لتظهر المقاطع باللون الأحمر وتدرجاته، وهنا يجب التنويه إلى أن التقسيمات أخذت لإظهار التصنيف بشكل أوضح وبتدرجات لونية أكثر تعبر بدقة عن التصنيف المستخدم ،ثم ربطت القيم بأشكال بيانية توضح التقدم والتراجع كما سيأتي شرحه حسب كل منطقة :

4-4-1- منطقة العيسوية : أنشئ خط الأساس بشكل متوازٍ مع الاتجاهات العامة لخط الشاطئ، كما بنيت جميع المقاطع على نحو منتظم وبتباعد (5m) على امتداد الشاطئ، وبطول (100m)، وفي النهاية كل المقاطع (1046 مقطعاً) التي بنيت أرجعت بترتيب معروف من الشرق إلى الغرب ليعطي EPR قيمة الصفر على طول الخط، وهنا لم يبد خط الشاطئ أي تقدم أو تراجع، بل انطباق كامل للخطين لتأكده قيمة NSM الصفرية وقيمة EPR الصفرية وتوضح ذلك الخريطة (34).



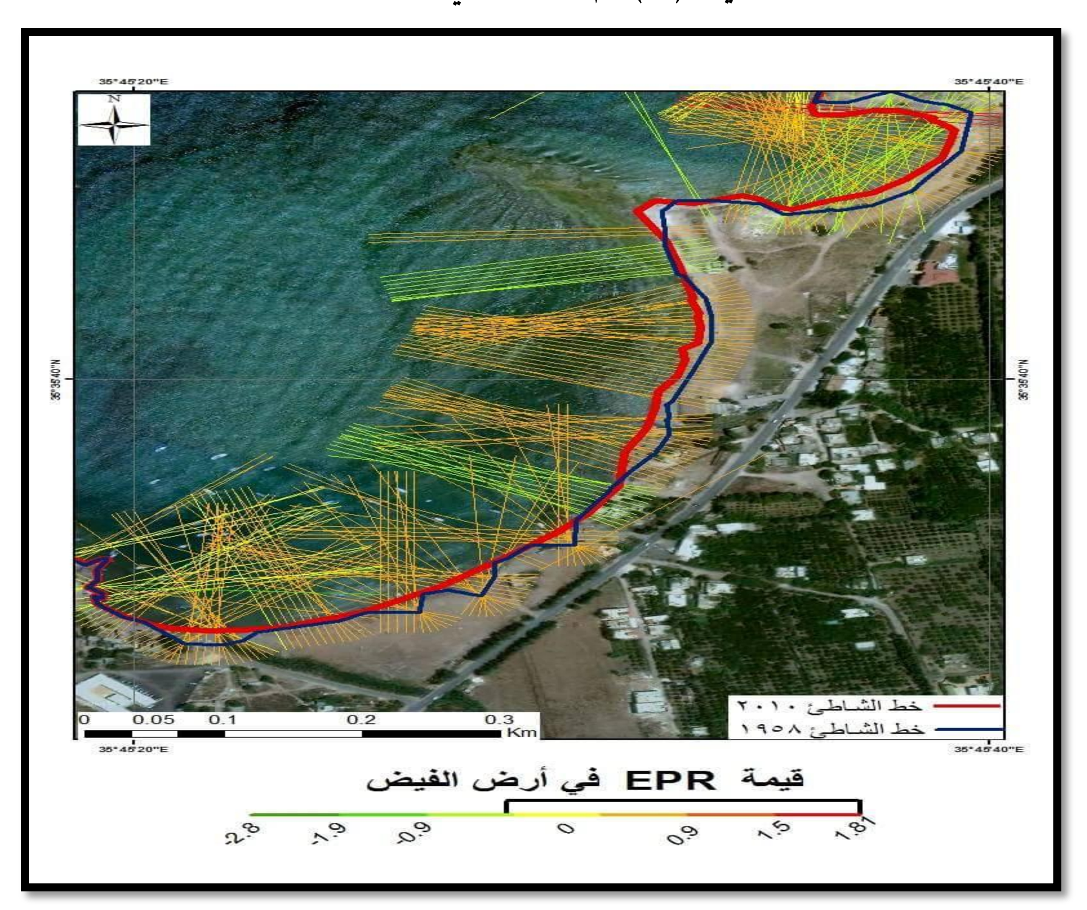
الخريطة (34) قيمة EPR في منطقة العيسوية

المصدر من عمل الطالبة بالاعتماد على الأداة DSAS

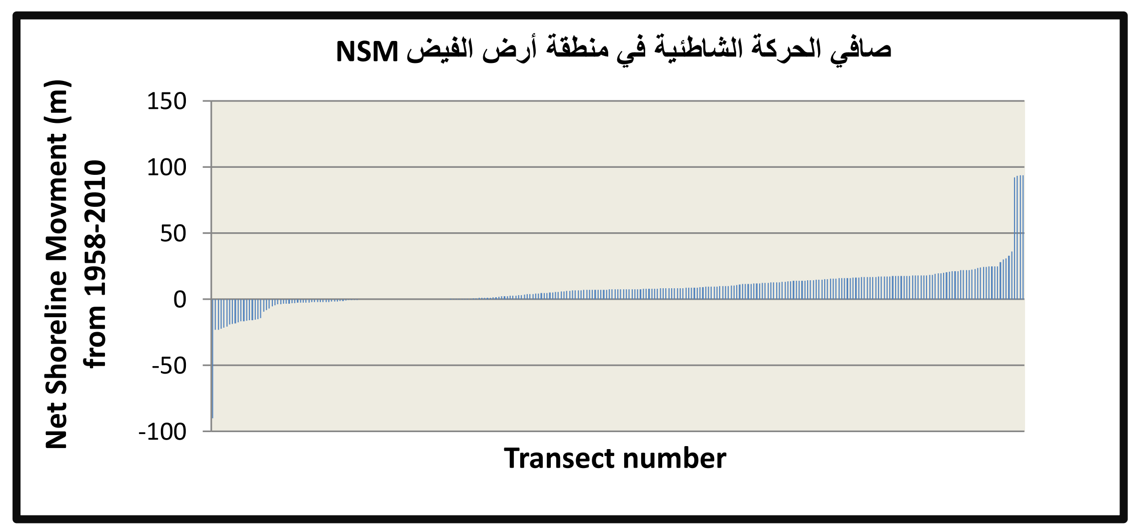
4-2-4- منطقـــة أرض الفـــيض : فـالأداة DSAS أنتجـت حـوالي (287) مقطعـاً موجهـاً بشـكل عمـودي علـى خـط الشـاطئ بمسـافة (5m)، وبطـول للمقـاطع (200m)، تـم اختيارهـا بشـكل يتناسـب مـع بعـد خطـي الشـاطئ عـن بعضـهما لـيلاحظ أن إجمـالي المقـاطع أظهـر تقـدماً لليابسـة علـى حسـاب البحـر، وتظهـر المقـاطع بتـدرجات لونيـة قريبـة للـون الأحمـر، وتعطـي EPR قيمـاً موجبـة، فالترسـيب هنـا هـو الغالـب، **وأعلـى قيمـة لـه فـي المنـاطق المدروسـة كانـت (EPR=+1.81)** فـي القسـم الشـمالي لأرض الفـيض،

وهذا ما تم تفسيره سابقاً، وأصغر قيمة (EPR=-0.07) دلت على الحت أما أعلى قيم NSM في المناطق المدروسة **فكانت (NSM =93.93)** وأخفض قيمة (NSM = −89.98) دلت على الحت وتوضح ذلك الخريطة (35) والشكل (13) .

الخريطة (35) قيم ال EPR في منطقة أرض الفيض



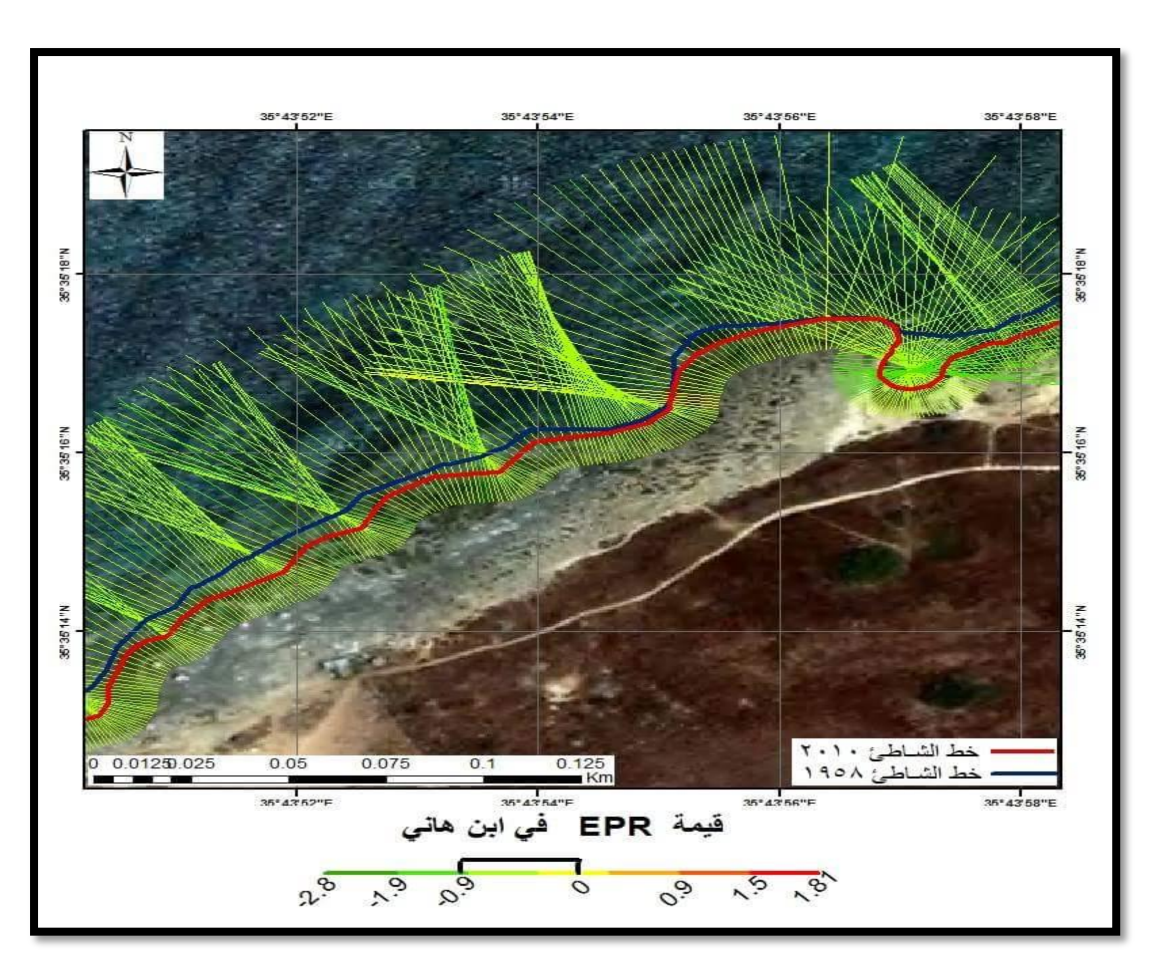
المصدر من عمل الطالبة بالاعتماد على DSAS



الشكل(13) صافي الحركة الشاطئية بالمتر في منطقة أرض الفيض من عام 1958−2010

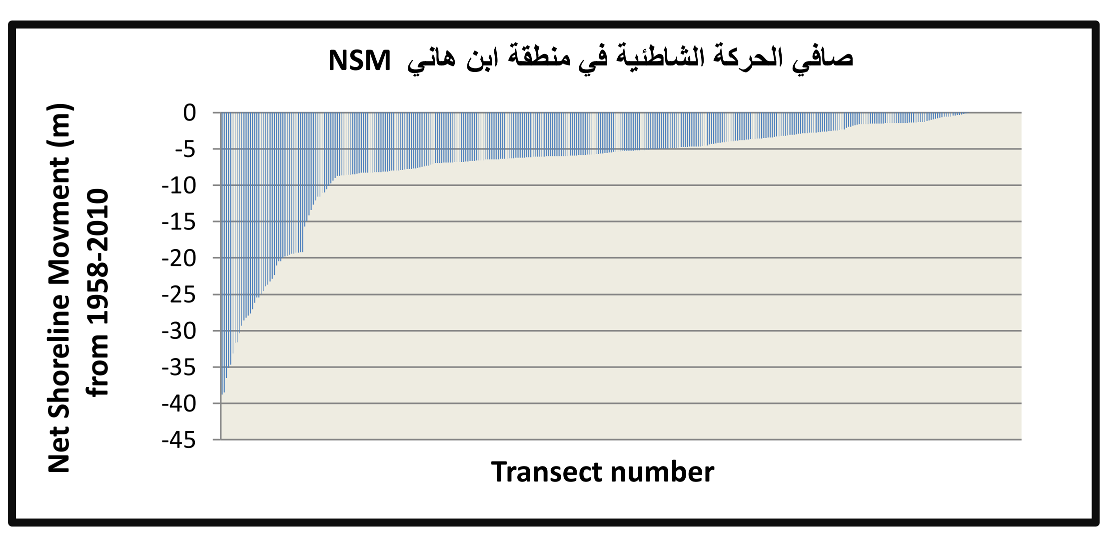
المصدر: من عمل الطالبة بالاعتماد على برنامج Excel

4-4-3- منطقـة ابـن هـاني : فالحت هو الغالب ولكن بقيم قليلة فأعلى قيمة ل (EPR=0) وأقل قيمة هي (EPR=-1)، فلا يوجد قيم فوق الصفر أي لا يوجد ترسيب في هذه المنطقة، وهنا تم تحديد خط الأساس وبني(368) مقطعاً متعامداً مع خط الأساس وبترتيب معرف أيضاً من الشرق إلى الغرب وبتباعد (1m) وبطول للمقاطع (75m) لكل مقطع لتظهر المقاطع كلها باللون الأخضر الدال على سيادة الحت في المنطقة كما أعطت NSM أعلى قيمة(NSM =0) وأخفض قيمة في المنطقة (NSM =-38.82) ، والخريطة (36) توضح ذلك وتعطي قيم EPR في منطقة ابن هاني والشكل البياني (14) يؤكد القيم .



الخريطة (36) قيم EPR في منطقة ابن هاني

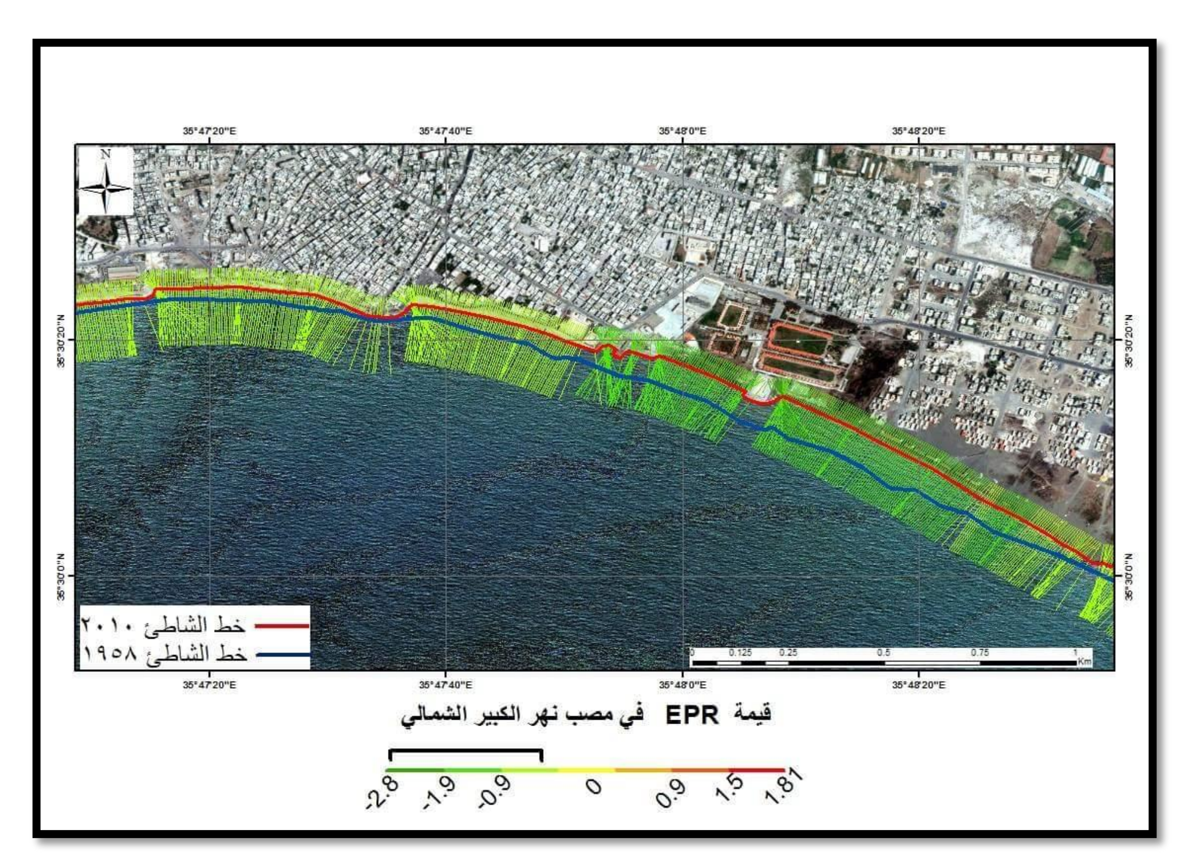
المصدر: من عمل الطالبة بالاعتماد على DSAS



الشكل(14) صافي الحركة الشاطئية بالمتر في منطقة ابن هاني من عام 1958–2010

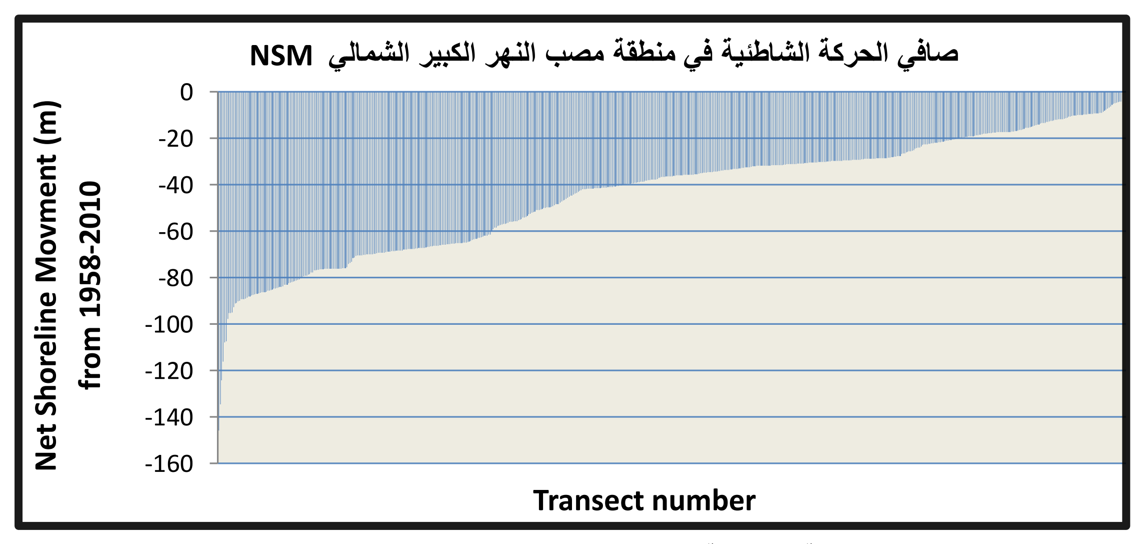
المصدر: من عمل الطالبة بالاعتماد على برنامج Excel

4-4-4- مصب النهر الكبير الشمالي : بنيت المقاطع (609 مقاطع) بفواصل (5 m) على امتداد الشاطئ وبطول (200 m)، والتي أرجعت بترتيب معرف من الشرق إلى الغرب ليعطي EPR قيماً سالبة على طول الخط، **فأصغر قيمة له بين المناطق المختارة للدراسة في منطقة مصب النهر الكبير الشمالي (EPR= -2.8)** تقابلها أعلى قيم الحت المسجلة (90m) وأعلى قيمة (EPR= -0.18)، أي المقاطع جميعها لها قيماً سالبة وال EPR لم يسجل قيمة الصفر فلا يوجد هنا انطباق للخطين، كما لا يوجد ترسيب، بل ساد الحت في المنطقة لتظهر المقاطع باللون الأخضر الغامق دالة على شدة الحت في المنطقة كما هو واضح في الخريطة (37) بينما أعلى قيمة لـNSM (NSM =0) **وأخفض قيمة (NSM =-145.76)** ويوضح ذلك الشكل(15) :



الخريطة (37) قيم EPR في منطقة مصب النهر الكبير الشمالي

المصدر : من عمل الطالبة بالاعتماد على DSAS

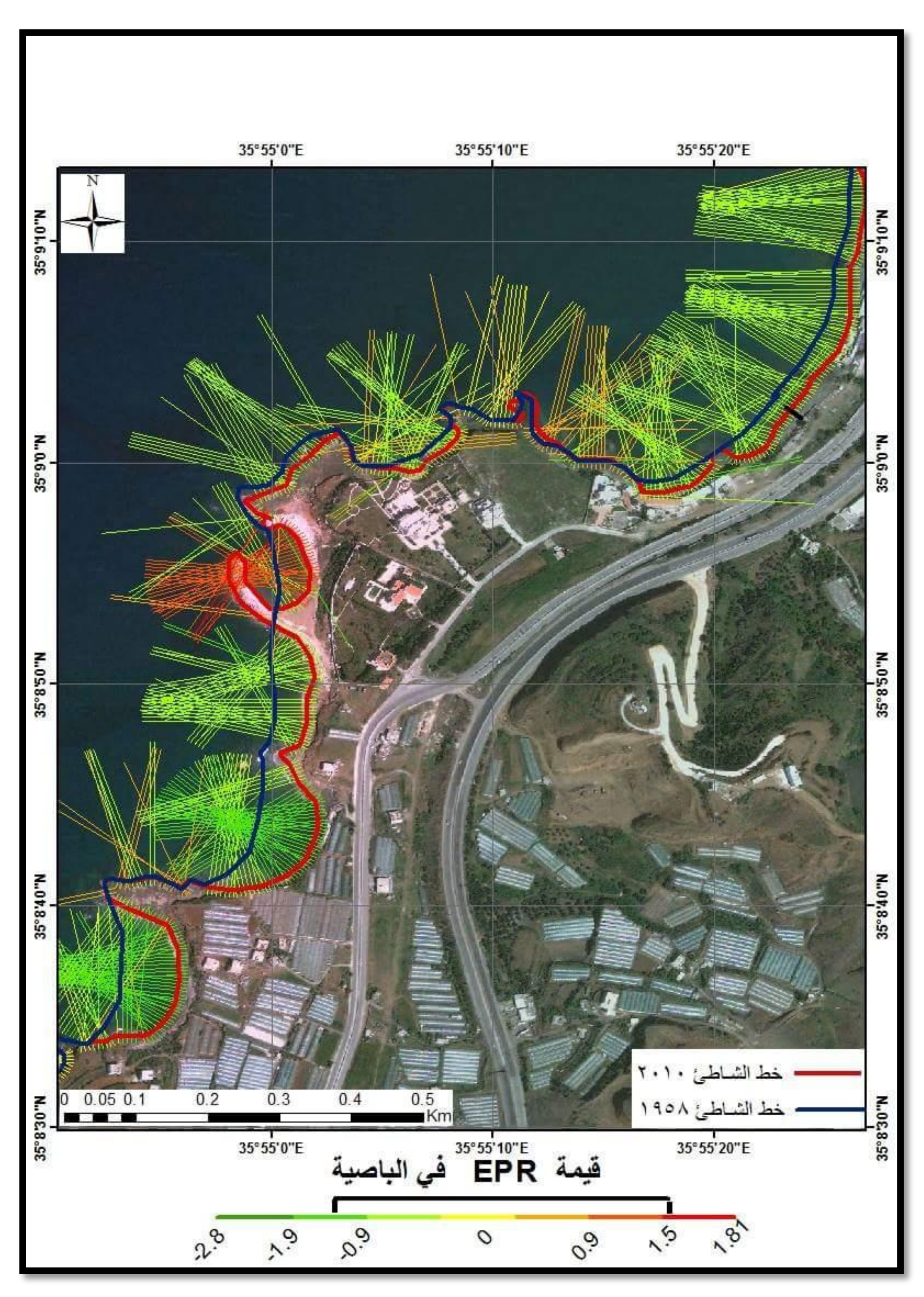


الشكل(15) صافي الحركة الشاطئية بالمتر في مصب النهر الكبير الشمالي من عام 1958-2010

المصدر: من عمل الطالبة بالاعتماد على برنامج Excel

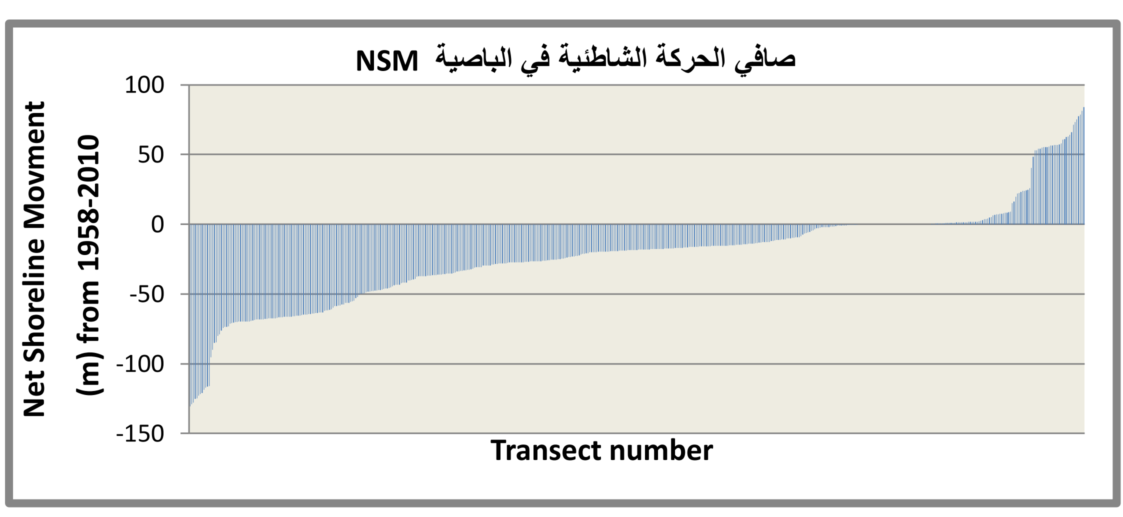
4-4-5- منطقة الباصية : فالأداة DSAS أنتجت حوالي (513) مقطعاً موجهاً بشكل عمودي على خط الشاطئ بمسافة (5m)، وبطول للمقاطع (200m) تم اختيارها بشكل يتناسب مع بعد خطي الشاطئ عن بعضهما ، ليلاحظ أن إجمالي المقاطع ظهرت باللون الأخضر لتبدي تراجعاً واضحاً لخط الشاطئ كما ظهرت مقاطع

بتـدرجات لونيـة للـون الأحمـر لتعطـي EPR قيمـاً موجبـة أيضـاً، وتقـدماً لليـابس علـى حسـاب البحـر وتظهـر ذلـك الخريطـة (38)، فـأعلى قيمـة لــ **(EPR=+1.61) تـدل علـى الترسـيب ، فـي خلـيج البـاص الصـغير**، بـين البـرج الصـليبي (بـرج الصـبي) فـي الشـمال والبـرج العثمـاني فـي الجنـوب ، حيـث مـربط المرقـب، وهـو عبـارة عـن عمـود رومـاني مثبـت فـي حفـرة ، نحتـت فـي صـخر طبيعـي . ويمتـد هـذا الصـخر فـي البحـر لمسـافة كافيـة تجعـل منـه رصـيفاً صـالحاً لربـاط السـفن إليـه وتـداول مختلـف الأعمـال البحريـة فـي هـذا الخلـيج ، الـذي يمكـن عـده ملجـأ طبيعيـاً، ولكنـه جهـز لأعمـال مؤقتـة ولتـأمين احتياجـات اضـطرارية ، فالحـاجز هنـا هـو حـاجز اصـطناعي بشـري. أمـا أصـغر قيمـة **(EPR=-1.41)** فتـدل علـى الحـت الشـديد يقابلهـا قيمـة (60m) والسـبب هـو الفسـاد والتفتـت الـذي اعتـرى الصـخور البازلتيـة كمـا تـم توضـيحه سـابقاً أمـا أعلـى قيمـة ل NSM (NSM =83.95) وأخفـض قيمـة (NSM =-130.59) ويوضـح ذلـك الشـكل البياني (16) .



الخريطة (38) قيم EPR في منطقة الباصية

المصدر : من عمل الطالبة بالاعتماد على DSAS



الشكل(16) صافي الحركة الشاطئية بالمتر في منطقة الباصية من عام 1958-2010

المصدر: من عمل الطالبة بالاعتماد على برنامج Excel

ولدى مقارنة النتائج الإحصائية للأداة (DSAS) مع درجات الحت والترسيب التي سجلت عند المقارنة بين خطي الشاطئ خلال عامي (1958-2010)، يظهر أن أقل قيم مسجلة إحصائياً قيمة (EPR=2.8-) وقيمة (NSM=145.79-) ودالة على للحت ظهرت في منطقة النهر الكبير الشمالي وهذا ما تطابق مع أعلى قيم الحت المسجلة (90m) في المنطقة نفسها ؛على الرغم من وجوب حصول ترسيب في هذه المنطقة ؛ إلا أن التراجع والتآكل ازداد في المنطقة، وخاصة بعد إنشاء سد 16 تشرين عام 1985م ، فكمية الرسوبات التي كانت تصل للبحر لتزود الشاطئ بالرسوبيات قد نقصت بسبب بناء السد ليحصل خلل في التوازن ويسود الحت على الترسيب ، مع الأخذ بعين الاعتبار هامش الخطأ في كل المناطق المختارة للدراسة، بينما أعلى درجات الترسيب بين المناطق المختارة للدراسة سجلت في منطقة أرض الفيض (15m) ليأخذ EPR أعلى قيمة له بين المناطق المختارة للدراسة (+1.81m) وكذلك NSM أعلى قيمة له (+93.93) بين المناطق المختارة للدراسة ، ويوضح ذلك الجدول (8) وفيه تظهر القيم الاحصائية لتغيرات خط الشاطئ في المناطق المختارة للدراسة خلال عامي 1958-2010.

الجدول (8) القيم الاحصائية لتغيرات خط الشاطئ السوري في مناطق الدراسة خلال عامي 1958-2010

الباصية	مصب النهر الكبير الشمالي	ابن هاني	أرض الفيض	العيسوية	العام (1958-2010)	الاحصاءات
-0.46	-0.8	-0.188	0.14	0	المتوسط	EPR year/m
0.73	0.47	0.24	0.29	0	الانحراف المعياري	
1.61	-0.08	0	1.81	0	أعلى قيمة	
-1.41	-2.8	-1	-1.73	0	أخفض قيمة	
-22.91	-43.73	-6.86	7.65	0	المتوسط	NSM m
38.26	24.74	7.25	15.58	0	الانحراف المعياري	
83.95	0	0	93.93	0	أعلى قيمة	
-130.59	-145.79	-38.82	-89.98	0	أخفض قيمة	

المصدر : من عمل الطالبة بالاعتماد على ArcGIS

4-5- تقييم درجة الضعف الساحلي لارتفاع مستوى سطح البحر بوساطة مؤشر (CVI) في المناطق المختارة للدراسة .

تعتمد حساسية المناطق المعرضة للغمر ليس فقط على الارتفاع النسبي لسوية المنطقة لسطح البحر، إنما على معدل انحدار سطح المنطقة صوب البحر، وتماسك تربة المكان تجاه الحت البحري Erosion ، وعلى مستوى المد والجزر ومتوسط ارتفاع الأمواج السائدة، كل ذلك مقابل معدل الارتفاع المتوقع بسوية سطح البحر.

وهنا قدمت وزارة الإدارة المحلية والبيئية وبالتعاون مع برنامج الأمم المتحدة الإنمائي تقريرها الختامي لستة سيناريوهات افتراضية تمثل درجات مختلفة من الارتفاع في منسوب مستوى سطح البحر تراوحت بين الخطورة المنخفضة جداً إلى شديدة الخطورة، وتم تطوير أنموذج لقابلية التأثر(الضعف) الساحلي الذي يأخذ بالاعتبار جيومورفولوجية المنطقة ، المنحدرات الساحلية ، معدل ارتفاع منسوب سطح البحر النسبي ، تآكل الشواطئ ومعدلات التآكل الزيادة فيها ، ومنسوب المد والجزر ، ومتوسط ارتفاع الموجة، ويمكن الاطلاع على سيناريوهات ارتفاع مستوى سطح البحر وفق الجدول (9) الآتي:

الجدول (9) سيناريوهات ارتفاع منسوب مياه البحر

سيناريوهات ارتفاع منسوب مياه البحر		
السيناريو	الارتفاع سم / سنة	التغيرات بين 2000-2100 مقدرة ب سم
خطورة منخفضة جداً	0.6	60
خطورة منخفضة	0.9	90
خطورة متوسطة	1.3	130
خطورة مرتفعة	2.5	250
خطورة مرتفعة جداً	>5	500-750

المصدر :مشروع اعداد البلاغ الوطني الأول للجمهورية العربية السورية الخاص باتفاقية الأمم المتحدة بشأن التغيرات المناخية

وبناء على هذه السيناريوهات يسمح مؤشر الضعف الساحلي CVI لهذه المتغيرات الفيزيائية أن تتداخل بطريقة قابلة للقياس بما يعبر عن مدى ضعف أو تأثر الساحل السوري تجاه التغيرات البنيوية نتيجة ارتفاع مستوى سطح البحر. فهذه الطريقة تنتج بيانات رقمية، تسلط الضوء على تلك المناطق التي قد يكون فيها الأثر الأعظم لارتفاع مستوى سطح البحر ، وذلك لأن ازدياد احتمال تعرض المناطق الساحلية للغمر قد يقود إلى خسائر اقتصادية اجتماعية كبيرة ؛ كما في فقدان بنية المناطق الساحلية،مثل إحداث أضرار بالمباني والمناطق السكنية، تفكك البنية السكانية، وفقدان الإنتاج الزراعي ، وشح المياه ضمن الأحواض الجوفية المجاورة .

أما المتغيرات الفيزيائية الستة ، وهي تغطي :

- التضاريس
- انحدار الساحل (نسبة مئوية)
- معدل ارتفاع منسوب مياه البحر النسبي (مم/ السنة)
- تراجع وتقدم خط الشاطئ (م.السنة)
- معدل متوسط المد(متر)
- متوسط ارتفاع الأمواج بالمتر

وبمجرد تحديد إحدى مناطق الساحل على أنها تمتلك قيمة خطورة لكل متغير من المتغيرات الواردة في البيانات، يتم حساب مؤشر الضعف الساحلي CVI باعتباره الجذر التربيعي لمنتج المتغيرات المرتبة مقسومًا على العدد الإجمالي للمتغيرات كما يلي :

$$CVI=\sqrt{a \times b \times c \times d \times e \times f/6}$$

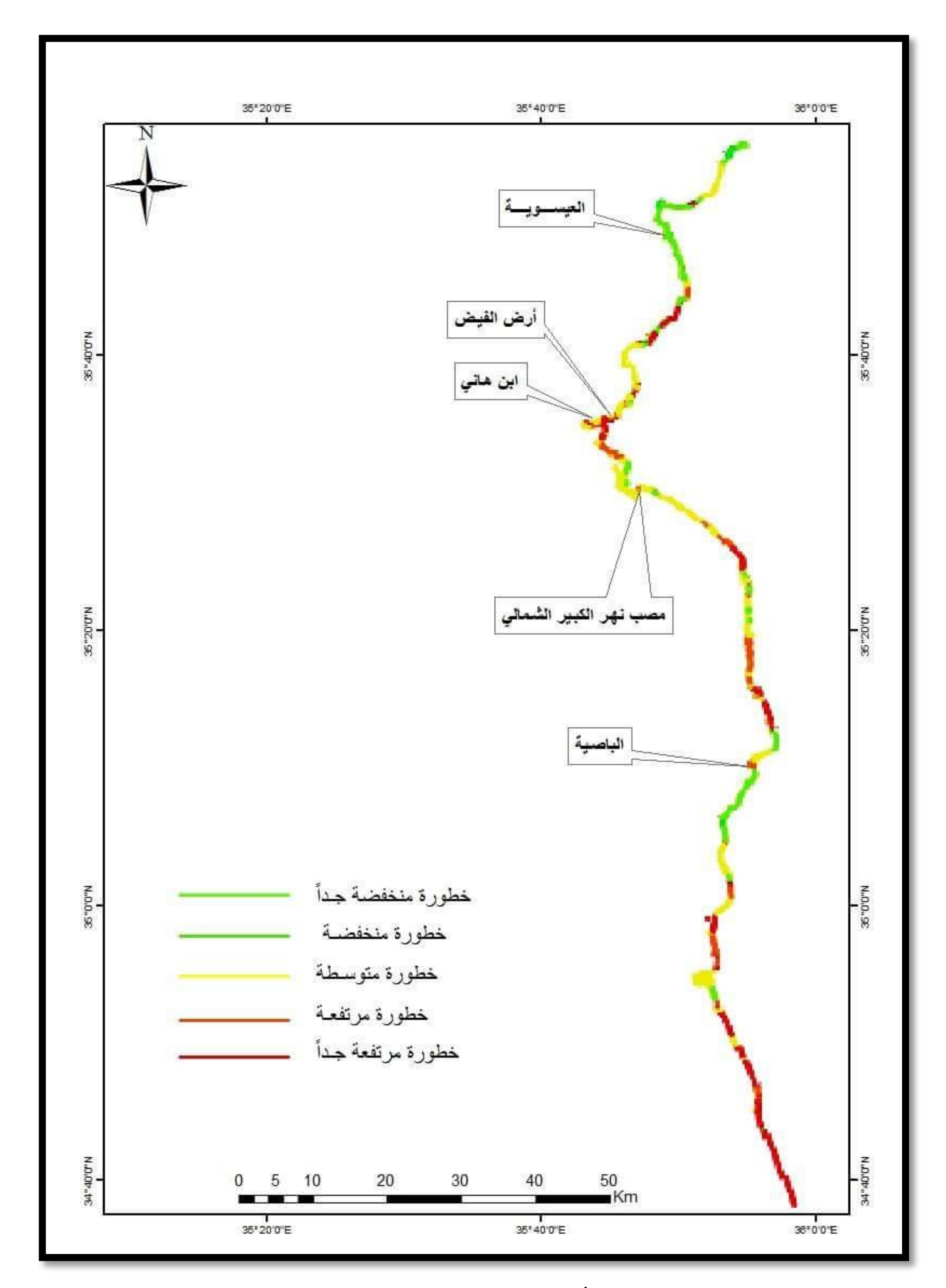
حيث a تمثل التضاريس ، b تمثل انحدار الساحل ، c تمثل المعدل النسبي لارتفاع منسوب البحر ، d تمثل تراجع وتقدم خط الشاطئ ، e متوسط معدل المد ، f متوسط ارتفاع الموجة . وتتراوح قيمة CVI الناتجة بين 3.87 و19.36 بمتوسط قدره 14.10 وبانحراف معياري قدره 3.87 [1]،وقد تم تقسيمه هذا المؤشر إلى خمسة تصنيفات تبدأ من خطورة منخفضة جداً، وتنتهي بخطورة عالية جداً اعتماداً على التقسيم المتساوي للمجال الناتج ، وتم تلخيص الخصائص الإحصائية لمؤشر CVI في الجدول (10):

الجدول (10) الخصائص الإحصائية اعتماداً على مؤشر الضعف الساحلي CVI

فئة المخاطر	الوصف	الطول (كم)	الطول الاجمالي (%)
1	منخفض جداً	2.74	1.5
2	منخفض	40.31	22.0
3	متوسط	74.72	40.8
4	مرتفع	29.48	16.1
5	مرتفع جداً	35.75	19.5
Total		**183.00**	**100.0**

المصدر :مشروع اعداد البلاغ الوطني الأول للجمهورية العربية السورية الخاص باتفاقية الأمم المتحدة بشأن التغيرات المناخية

[1]Faour, G. (2008). Syrian Sea Level Rise Vulnerability Assessment 2000-2100, Enabling activities for preparation of Syria s initial national communication to the NFCCC, P 37



الخريطة (39) مؤشر الخطورة لقابلية تأثر المناطق الساحلية بارتفاع منسوب سطح البحر في المناطق المختارة للدراسة

المصدر : تقرير تقييم درجة ضعف الساحل السوري لارتفاع منسوب سطح البحر

يبدي المؤشر درجة خطورة منخفضة جداً لارتفاع منسوب سطح البحر في منطقة العيسوية وهذا يتناسب مع درجات الانحدار العالية في المنطقة والمقاومة العالية للصخور، ويؤكد النتائج التي تم الوصول إليها في البحث، **ودرجة خطورة مرتفعة جداً في أرض الفيض** ذات الانحدار المنخفض والمقاومة الحتية الضعيفة ، ودرجة متوسطة في ابن هاني، حيث المدينة الأوغاريتية

القابعة في التل الأثري ، وهنا كل الدلائل تشير إلى أن شبه جزيرة ابن هاني الحالية ،لم تكن إلا جزيرة منفصلة عن الشاطئ استناداً إلى بعض الأسبار والآثار المكتشفة والمعروفة في هذه الجزيرة ، حيث يلاحظ وجود منخفض من الأرض بمتوسط عمق (1m-) تقريباً عن المنطقة المحيطة، يبدأ من خليج مركز الأبحاث البحرية، ويمتد باتجاه الجنوب في الجهة المقابلة، حيث أثبتت الحفريات الأثرية في تل ابن هاني الأثري وجود آثار للمياه على الجدران الاستنادية المتدرجة نحو البحر للقصر الجنوبي ليتوضح لنا خط الشاطئ القديم بتتبع المساحة المائية التي كانت تفصل جزيرة ابن هاني عن البر [1] .

أما في مصب النهر الكبير الشمالي فيبدي مؤشر CVI درجة خطورة مرتفعة حيث المصبات النهرية ودرجة خطورة مرتفعة أيضاً في منطقة الباصية ذات المقاومة الضعيفة والانحدار المنخفض باستثناء بعض المناطق . فالمناطق الأكثر عرضة للغمر في الساحل

السوري هي تلك المنبسطة ومنخفضة الارتفاع لمستوى سطح البحر، وهي غالباً بحدود 1-2م أو أقل، ذلك إلى جانب مصبات الأنهار والشطآن الرملية المنحدرة .

4-6- دراسة المصاطب تحت بحرية وتقديم سيناريو لارتفاع مستوى سطح البحر .

يعدُّ موضوع دراسة المصاطب وتحديد مستوياتها وأعمارها من الموضوعات الشائكة ليس فقط على الساحل السوري، وإنما في معظم السواحل في العالم . ولا يرجع ذلك إلى الاختلاف في تفسير نشأة المصاطب البحرية فحسب (حركات رفع متتالية لليابس ، أو هبوط مستمر في مستوى سطح البحر) ، وإنما لمحاولة ربط هذه المصاطب بمستويات سطح البحر المرتفع في الفترات بين الجليدية .

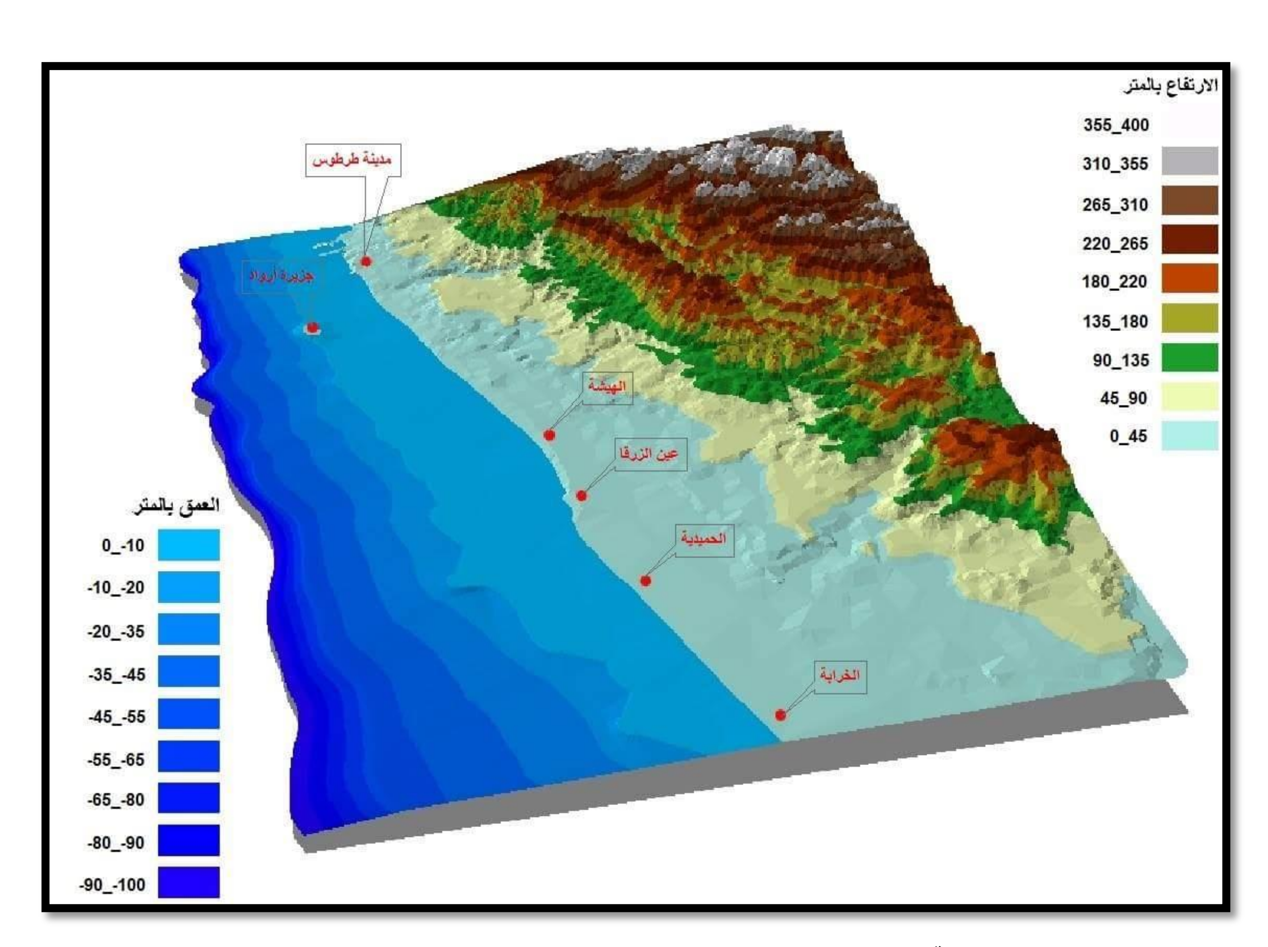
والمصاطب البحرية هي أشكال أرضية مستوية سريعة الزوال، عملت التأثيرات التكتونية والمناخية المسؤولة عن توليدها لما لا يقل عن مليون سنة على إزالتها عن طريق التآكل فوق ارتفاع معين (فوق عمر معين). ويبقى السؤال ما الذي يتحكم في هذا المقياس الزمني المميز لهذا المشهد العام؟

في الفصل الثاني تمت دراسة الوضع التكتوني للمنطقة وربطها بخط الشاطئ ، كما تم عرض التغيرات المناخية، وخاصة في الحقب الرابع الذي انفرد بطابع مناخي يميزه تمييزاً واضحاً عن لاحقه العصر الجيولوجي الحديث ،وعن سابقه عصر البلايوسين آخر عصور الزمن الثالث، كما تمت دراسة التغيرات المناخية وأثرها على الشاطئ الحالي، ولتقديم سيناريو منطقي تمت الاستعانة بكل مما سبق، بالإضافة إلى الكنتورات التي تم الحصول عليها من هيئة الاستشعار لليابسة وكنتورات القاع للساحل السوري، حيث تم بناء شبكة مثلثية (TIN) لليابسة و(TIN)

[1] حسين حجازي ، الموانئ والمراسي والملاجئ القديمة في ساحل القطر العربي السوري ، مرجع سابق ، ص247

للبحر، وتم تمثيلها بشكل ثلاثي الأبعاد في برنامج ARCSEEN لمراقبة المصاطب تحت بحرية ، حيث تم ملاحظتها في القسم الجنوبي للساحل السوري على خط الكنتور تحت بحري (-10m)،أي أن هناك مصاطب كانت ظاهرة في الماضي البعيد، وتعرضت للغمر، ولمعرفة ذلك تم حساب الفترة الزمنية الماضية لظهور هذه المصاطب وربطت بالوضع الراهن، كما تمت الاستعانة بها لتقديم سيناريو مستقبلي تم فيه عرض المناطق وفق الآتي :

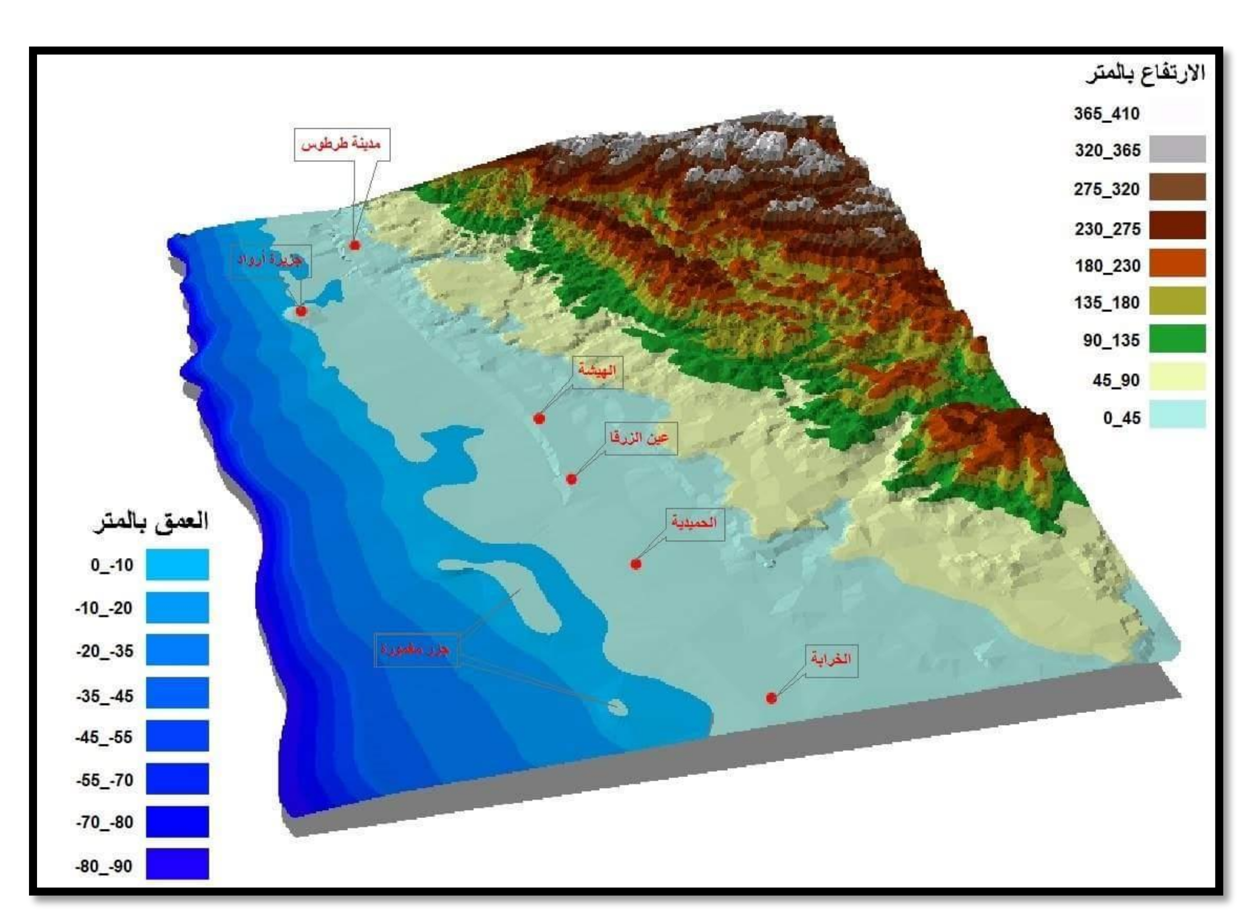
4-6-1- **الوضع الحالي لخط الشاطئ في القسم الجنوبي من الساحل السوري:** يظهر المدن المطلة على البحر مباشرة، وهي (طرطوس – الهيشة – عين زرقا – الحميدية –الخرابة) وتظهر جزيرة أرواد كجزيرة طافية على سطح البحر، وهنا يظهر خط الشاطئ الحالي (0m) وهو خط تلامس البر مع البحر، وخط الأساس لقياس كل الارتفاعات في المنطقة ويأخذ القيمة صفراً كما تبين ذلك الخريطة (40).



الخريطة (40) الوضع الحالي لخط الشاطئ في القسم الجنوبي من الساحل السوري

المصدر : من عمل الطالبة بالاعتماد على Arc seen

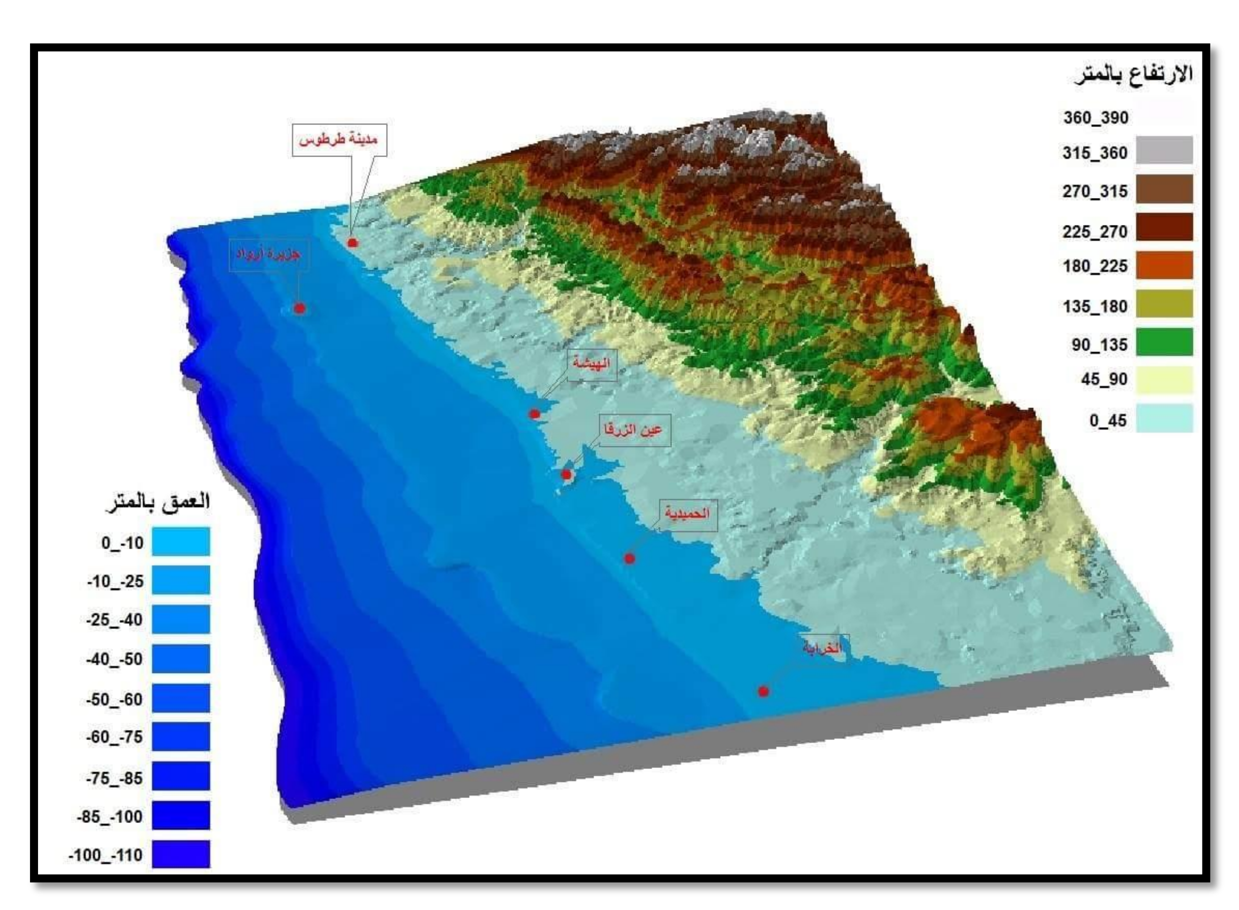
4-6-2- المصاطب تحت بحرية في القسم الجنوبي من الساحل السوري مع انخفاض البحر m10 :في هذه الحالة تم اعتماد خط الكنتور (-10m) ليمثل خط الشاطئ القديم قبل ارتفاع منسوب سطح البحر (10m) وفق السيناريو المعتمد ، كون المصاطب البحرية ظهرت عند هذا الخط الكنتوري، وهنا يلاحظ أن المصاطب كانت جزراً طافية في الماضي، حيث تظهر جزيرة ضخمة مقابل الحميدية بارتفاع (15m)، وجزيرة صغيرة مقابل الخرابة، وجزيرة أرواد كانت مدينة ساحلية مطلة على البحر وتوضح ذلك الخريطة(41) :



الخريطة (41) المصاطب تحت بحرية في القسم الجنوبي من الساحل السوري مع انخفاض البحر m10

المصدر : من عمل الطالبة بالاعتماد على Arc seen

4-6-3- سيناريو ارتفاع منسوب سطح البحر (10 m) :في هذه الحالة تم اعتماد خط الكنتور (+10m) كخط شاطئ في المستقبل البعيد، أي لو ارتفع منسوب البحر (10m) فوق سطح البحر وفق السيناريو المعتمد ستغمر جزيرة أرواد ومنطقة الخرابة والحميدية، بينما عين زرقا ستصبح جزيرة والهيشة شبه جزيرة وطرطوس مطلة مباشرة على البحر والخريطة (42)توضح ذلك :



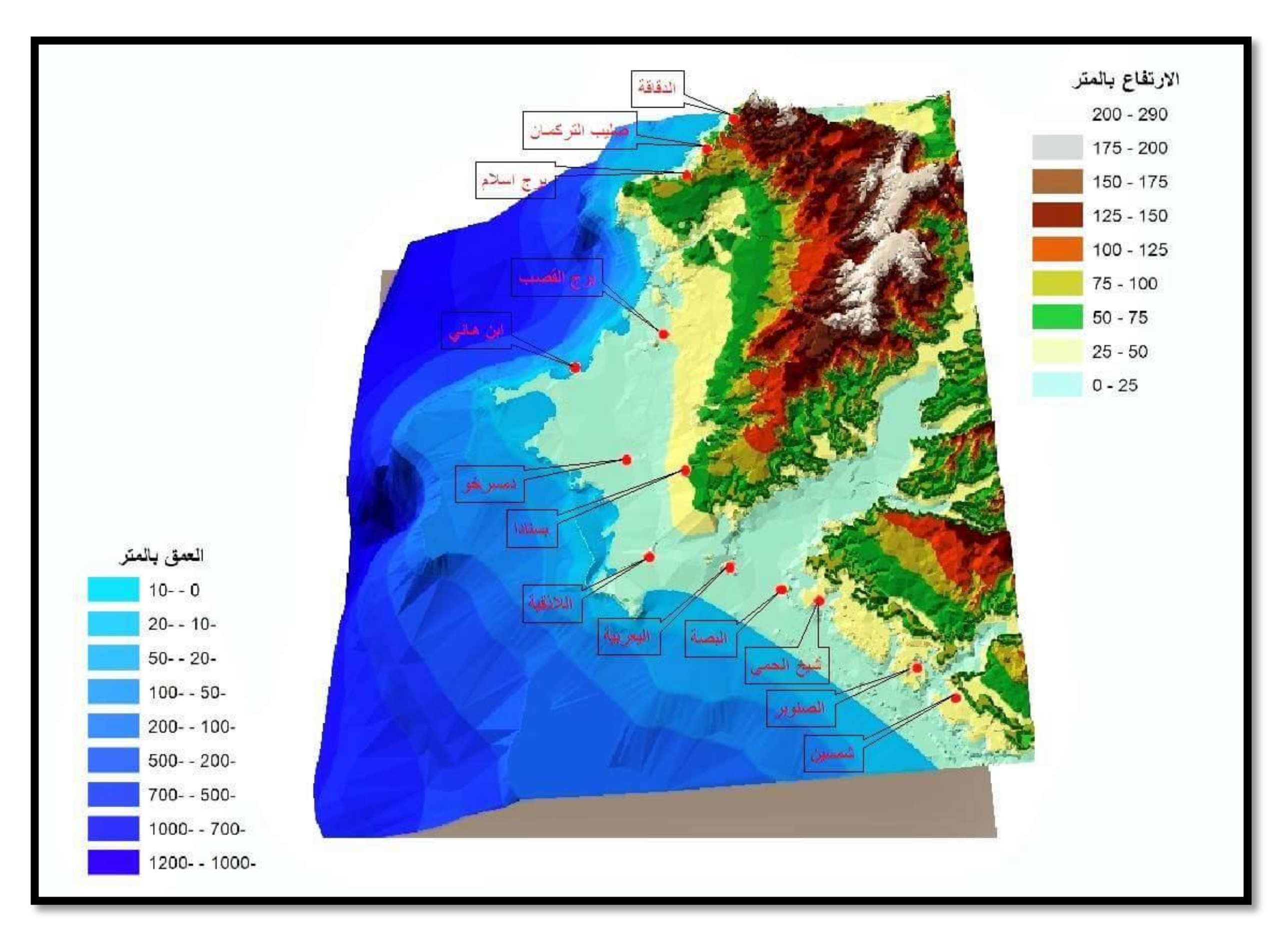
الخريطة (42) سيناريو ارتفاع منسوب سطح البحر (10 m) في القسم الجنوبي

المصدر : من عمل الطالبة بالاعتماد على Arc seen

كما تم مراقبة المصاطب في القسم الشمالي من الساحل السوري، واعتمدت السيناريوهات السابقة ليتبين عدم وجود مصاطب تحت بحرية.

4-6-4- **الوضع الحالي لخط الشاطئ في القسم الشمالي من الساحل السوري:**

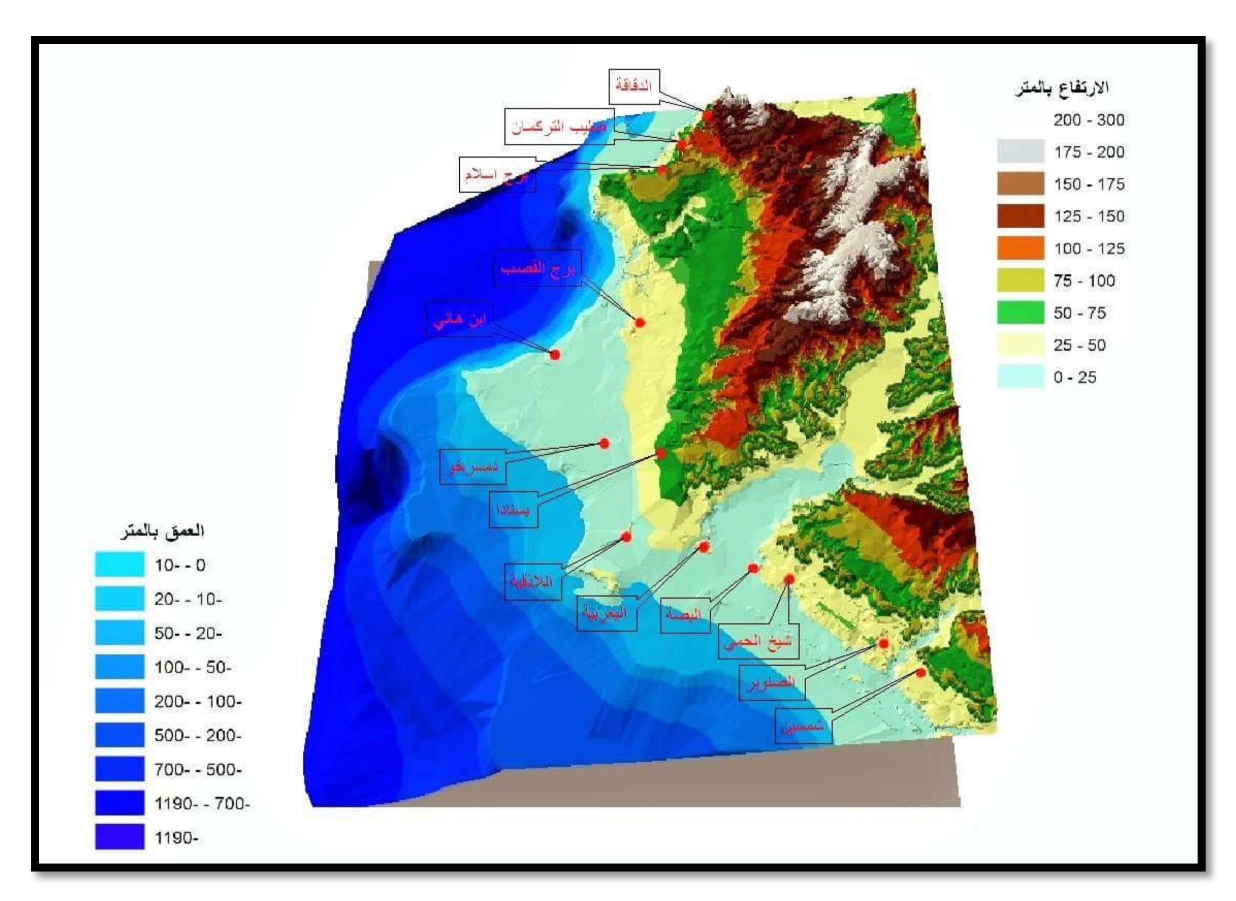
تظهر المدن المطلة على البحر مباشرة، وهي (صليب التركمان - برج سلام -ابن هاني -اللاذقية -البحرية -الصنوبر)، وهنا يظهر خط الشاطئ الحالي (m0) وهو خط تلامس البر مع البحر، وخط الأساس لقياس كل الارتفاعات في المنطقة، ويأخذ القيمة صفراً كما تبين ذلك الخريطة (43).



الخريطة (43) الوضع الحالي لخط الشاطئ في القسم الشمالي من الساحل السوري

المصدر : من عمل الطالبة باستخدام Arc seen

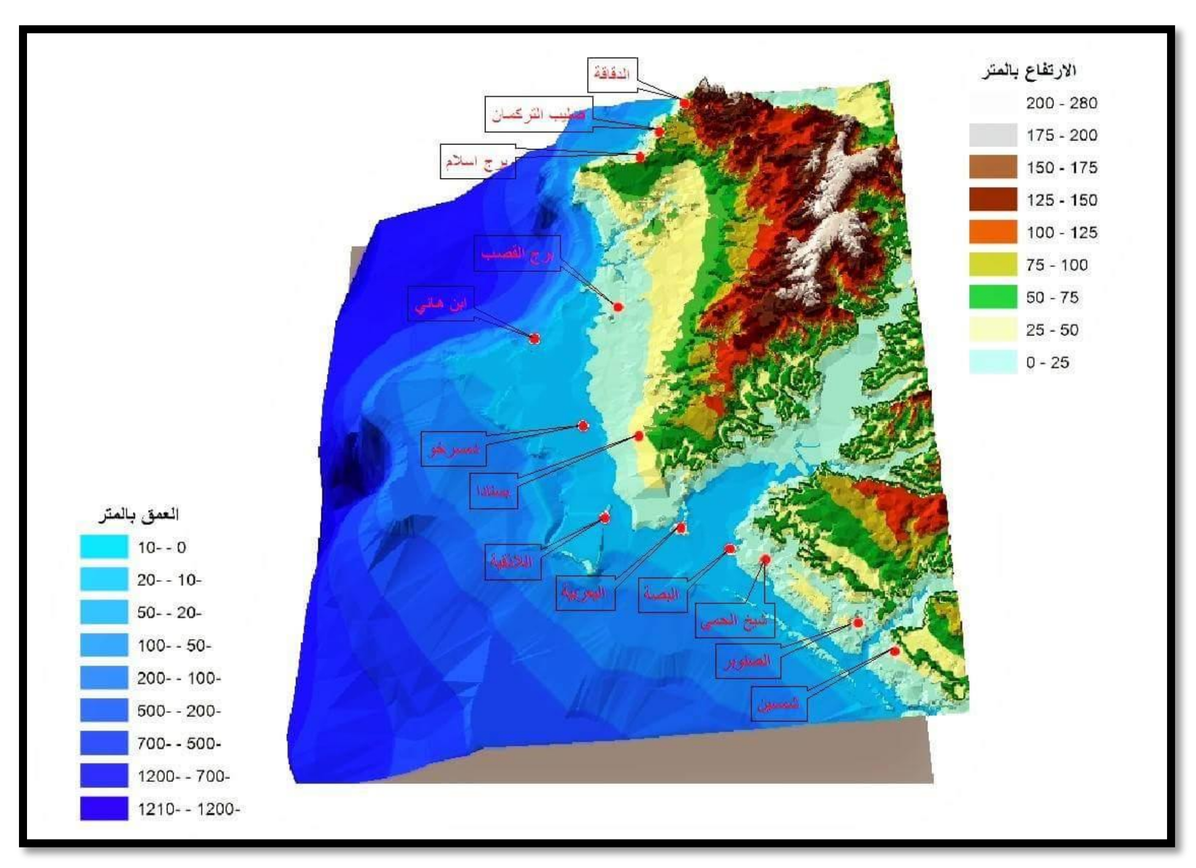
4-6-5- المصاطب تحت بحرية في القسم الشمالي من الساحل السوري مع انخفاض البحر m10 : في هذه الحالة تم اعتماد خط الكنتور (-m10) ليمثل خط الشاطئ القديم قبل ارتفاع منسوب سطح البحر (m10) وفق السيناريو المعتمد ، كون المصاطب البحرية ظهرت عند هذا الخط الكنتوري في القسم الجنوبي، وهنا يلاحظ عدم وجود مصاطب نحت بحرية في القسم الشمالي واختفاء الخلجان، وكان مرسى الخضر متصلاً مع ابن هاني وخط الشاطئ أقل تعرجاً وتوضح ذلك الخريطة(44) :



الخريطة (44) عدم وجود مصاطب تحت بحرية في القسم الشمالي من الساحل السوري مع انخفاض البحر m10

المصدر : من عمل الطالبة بالاعتماد على Arc seen

4-6-6- **سيناريو ارتفاع منسوب سطح البحر (m 10) في القسم الشمالي** :في هذه الحالة تم اعتماد خط الكنتور (+m10) كخط شاطئ في المستقبل البعيد ، أي لو ارتفع منسوب البحر (m10) فوق سطح البحر وفق السيناريو المعتمد ستغمر ابن هاني و دمسرخو، أما الدقاقة وصليب التركمان، وبرج سلام، وبرج القصب ستظهر كمناطق مطلة على الشاطئ، وسيغرق قسم كبير من مدينة اللاذقية، أما عند القلعة ستظهر كجزيرة ومنطقة الكورنيش الجنوبي جزر صخرية كلسية، وكذلك اليعربية جزيرة، كما سيظهر حاجز صخري يوازي الساحل قبالة الصنوبر ، والخريطة (45)توضح ذلك :



الخريطة (45) سيناريو ارتفاع منسوب سطح البحر (10 m) في القسم الشمالي

المصدر : من عمل الطالبة باستخدام Arc seen

إن عرض مثل هذه السيناريوهات أمر غاية في الأهمية ، لتأخذ إجراءات التكيف معظم الخيارات المقترحة في الاعتبار الجانب الاقتصادي والاجتماعي كأولوية. ففي الوقت الحالي يعيش 4.45 مليون شخص في المنطقة الساحلية ،مقارنة بثلاثة ملايين شخص قبل عام 2011 [1]، وهذه الزيادة لا تعزى فقط إلى النمو العام والبالغ (3.3%)، بل إلى الهجرة المحلية من الداخل إلى الساحل ، كما تتوضع معظم النشاطات اقتصادية التي تشكل العمود الفقري للاقتصاد السوري في المنطقة الساحلية . وتتضمن النشاطات الإقتصادية (مصفاة نفط،، إنتاج الإسمنت، الزراعة، والبيوت البلاستيكية، بساتين الفاكهة، والزراعات الكثيفة) وتمثل إسهامات الساحل في الناتج الوطني الإجمالي أكثر من 12%[2]، ولهذا يجب تمييز الآثار البيئية والاقتصادية لارتفاع منسوب مياه البحر، وتحليل التأثيرات وفقاً لهذا الارتفاع على السكان واستعمالات الأراضي ، كاختفاء المناطق المنخفضة وبعض الجزروالمناطق الرطبة وتغيير أماكنها، وزيادة الحت الساحلي وازدياد التملح .

[1] Faour, G., Fayad, A., & Mhawej, M. (2013). GIS-Based Approach to the Assessment of Coastal Vulnerability to Sea Level Rise: Case Study on the Eastern Mediterranean. Journal of Surveying and Mapping Engineering Dec, 1(3), 41-48.

[2] مشروع اعداد البلاغ الوطني الأول للتغيرات المناخية ، ترجمة محمد عيدو ، تأثير تغير المناخ المتوقع على الساحل السوري، حزيران 2008،ص7

كما لابد من الإنذار بخصوص إمكانية وقوع آثار شديدة على المناطق السكنية وعلى الأغلب سيهدد حت المناطق الساحلية النشاطات السياحية، وسيتطلب ذلك إنشاء وصيانة مكلفة للسواتر الساحلية.

الاستنتاجات:

1. يبين تحليل التغيرات الساحلية الطبيعية لمدة52 سنة (1958-2010) على المناطق المختارة للدراسة على طول الساحل السوري ؛ أن خط الشاطئ بالمجمل في المناطق المدروسة أبدى **تراجعاً واضحاً في معظم أجزائه وصل إلى أعلى درجة له في منطقة مصب النهر الكبير الشمالي فأقل قيم مسجلة إحصائياً قيمة (EPR=2.8−) وقيمة (NSM=145.79−)** وهذا ما تطابق مع أعلى قيم الحت المسجلة (90m) في المنطقة نفسها ؛على الرغم من وجوب حصول ترسيب في هذه المنطقة ؛ إلا أن التراجع والتآكل ازداد في المنطقة، وخاصة بعد إنشاء سد 16 تشرين عام 1985م ، فكمية الرسوبات التي كانت تصل للبحر لتزود الشاطئ بالرسوبيات قد نقصت بسبب بناء السد ليحصل خلل في التوازن ويسود الحت على الترسيب ، بينما أعلى درجات الترسيب بين المناطق المختارة للدراسة سجلت في **منطقة أرض الفيض (15m) ليأخذ EPR أعلى قيمة له (+1.81m) وكذلك NSM أعلى قيمة له (+93.93)** بين المناطق المختارة للدراسة ، ليظهر إجمالي المقاطع تقدم لليابسة على حساب البحر، وتظهر المقاطع بتدرجات لونية قريبة للون الأحمر لتعطي قيماً موجبة ل EPR دالة على غلبة الترسيب في المنطقة .
2. لدى المقارنة بين خطي الشاطئ ظهرت فروقات وتغيرات متفاوتة مرتبطة بعدة عوامل منها المتعلقة بحركة المياه، وما يتعلق بها ،أو المتعلقة بطبيعة السواحل الليتولوجية والجيومورفولوجية والهيدرولوجية والمناخية، وأحياناً التكتونية.
3. إن الاختلاف في نوعية الصخور يعد من أهم العوامل التي تؤثر في التشكيل الجيومورفولوجي العام لخط الشاطئ لتبدي صخور المعقد الأفيوليتي السائدة في منطقة العيسوية مقاومة مرتفعة جداً للحت، بينما الصخر الكلسي الغضاري سميك التطبق الموجود في منطقة أرض الفيض أظهر مقاومة مرتفعة، أما الكلسي الشيلي العائد للباليوجين في منطقة ابن هاني فقد أظهر مقاومة منخفضة، بينما الحجر الرملي في مصب النهر الكبير الشمالي أبدى مقاومة متدرجة من متوسطة إلى

منخفضة جداً، كما تميزت الصبات البازلتية والانسكابات في الباصية بمقاومة منخفضة جداً .

4. للتكتونيك أثر في تشكيل بعض الرؤوس والخلجان وفي توجيه خط الشاطئ في سورية ففي القسم الشمالي تبين أن القسمات الخطية المثبتة من تحليل الصور الفضائية لها علاقة مباشرة بتشكيل كل من رأس أم الطيور، وكذلك رأس الفاسوري بالإضافة إلى رأس الخضر، بينما كان للفوالق دور مباشر في تشكيل رأس الكورنيش الجنوبي بشكل واضح، أما في القسم الجنوبي فقد كان للفوالق أثر واضح في تشكيل رأس بانياس.
5. الاختلاف في درجة الانحدار أثرت بدرجة واضحة على مقدار الحت والتراجع، حيث لوحظ أن الجروف الساحلية الأكثر ارتفاعاً تميزت بمقدار تراجع لليابسة أبطأ من نظيراتها الأقل ارتفاعاً في حال تماثلت وتساوت معدلات التعرية وتجانس التركيب الصخري.
6. إن تعامد عمليات التعرية البحرية (تيارات الأمواج والمد والجزر) على خط الشاطئ، يزيد من تأكل المناطق الساحلية فيتراجع خط الشاطئ ، بينما تضعف قدرتها على الحت ويزداد دورها كعامل ارساب إذا التقت مع خط الشاطئ بزاوية مائلة أو موازية له كما في ميناءي الفاخورة وابن هاني البحريين.
7. إن المناطق التي تميل في اتجاه البحر متعامدة عليه شكلت مناطق هدم و إزالة، و هي في الأجزاء الشمالية من منطقة الدراسة على عكس مناطق الخلجان التي يلتقي معها اليابس مع عوامل التعرية بزوايا حادة نسبياً تقلل من معدلات النحت والهدم، وتزيد من احتمالية الإرساب كمناطق الخلجان التي تلي الرؤوس مباشرة مثل مرسى القبان، وابن هاني، والفاخورة، ومينا البيضا، وغيرها من الخلجان، علماً أنه توجد بعض الاختلافات المحلية من شأنها أن تؤثر إيجاباً أو سلباً في معدل واتجاه التغير الجيومورفولوجي لخط الشاطئ .
8. إن المناطق الأكثر عرضة للغمر في الساحل السوري هي تلك المنبسطة ومنخفضة الارتفاع لمستوى سطح البحر، وهي غالباً بحدود 1-2م أو أقل، ذلك إلى جانب مصبات الأنهار والشطآن الرملية المنحدرة .

9. إن الاتجاه العام السائد اليوم يجعل من الشواطئ تتغير وتتبدل استجابة لتغيرات مستوى سطح البحر بشكل رئيس بسبب الدعاية العالمية اليوم للتغيرات المناخية والاحتباس الحراري ، ولكن في بعض الأحيان قد لا يكون هذا هو السبب الدقيق والوحيد لتآكل الشواطئ وتراجعها، لهذا ينبغي أن تؤخذ جميع العوامل بعين الاعتبار إلى جانب التغير في مستوى سطح البحر من أجل التعرف على الآلية الدقيقة لديناميكية الخط الشاطئي مع مرور الوقت.

المقترحات :□

1. مراقبة الأجزاء التي تتعرض إلى التآكل ومحاولة معالجتها باستمرار، وذلك من خلال إنشاء رصيف ووضع خرسانات حجرية ثابتة حتى تمنع تسرب المياه ووصولها إلى الصخر، ومن ثم العمل على إذابته وتآكله ببطء.
2. الإدارة الجيدة والمناسبة للمناطق الشاطئية، فعلى سبيل المثال لو تم منع بناء المنشآت والأبنية بالقرب من الشواطئ لأمكننا تجنب الكثير من المشاكل المستقبلية المتعلقة بالتآكل الناتج عن العواصف حتى التآكل البنيوي ولو مؤقتاً .
3. إبعاد المنشآت والطرق والجسور عن تأثير التعرية البحرية ومخاطرها عن طريق بناء جدر بحرية أو (revetment) لحماية الممتلكات من أمواج العواصف والتغيرات الساحلية .
4. العمل على تثبيت الرمال بالمنطقة عن طريق استزارع النباتات الملائمة للبيئة، وذلك لحماية المراكز العمرانية من الزحف المستمر للرمال ،حيث إن النباتات تعمل على حماية خط الشاطئ من التراجع أمام عمليات النحت البحري.
5. التدخل في عملية نقل الرسوبيات الطبيعية باستخدام وسائل الحماية كحواجز الرمال والمكاسر البحرية المنفصلة والموازية للشاطئ، والرؤوس البحرية (headland) والمكاسر الغاطسة (reefs) لتقوية الشاطئ .
6. التغذية الاصطناعية هي أحد اشكال حماية الشواطئ أيضاً، أي الحماية التي يتم بها جلب الرمال بطريقة اصطناعية من مصدر خارجي، وطرحه في البيئة الشاطئية .

□

الخاتمة :

إن دراسة بيانات خط الشاطئ التاريخية يمكن أن تستخدم لتحديد العملية الساحلية المسيطرة التي تحدث التغيرات الساحلية ، ويمكن أن تستخدم كدليل ومؤشر لديناميكية خط الشاطئ ولاستقراء تغيرات مستقبلية في خط الشاطئ، فالرصد المستمر لتغيرات خط الشاطئ اليوم هو ضروري لفهم العمليات الساحلية للاستثمار والتخطيط والإدارة الجيدة للمنطقة الساحلية .

تكامل التقنيات الحديثة اليوم والاستشعار عن بعد مع نظام المعلومات الجغرافي أثبت مقدرة كبيرة على إعطاء مقاربة مفيدة جداً لدراسة تغيرات خط الشاطئ، دراسة السواحل وما يطرأ عليها من تغيرات أمر غاية في الأهمية لوضع تصور عما يجري، وما يمكن القيام به من حماية في ضوء المعطيات الحالية والمستجدة والمتوقعة .

المصادر والمراجع :

أولاً: الكتب :

- ابراهيم عبيدو، الجيولوجيا الهندسية والخرائط ، منشأة المعارف الاسكندرية 1982.
- تاربوك/لوتجنز ، ترجمة د. عمر سليمان حمودة ، مقدمة للجيولوجيا الطبيعية ، منشورات مجمع الفاتح طرابلس 1989.
- جودة حسنين جودة ،معالم سطح الارض ،دار النهضة العربية للنشر ، بيروت.
- جودة حسنين جودة ، الجغرافية الطبيعية لصحاري العالم ، منشورات جامعة الإسكندرية ، 1997.
- حسن أبو سمور ،حامد الخطيب ، جغرافية الموارد المائية ،دار الصفاء للنشر ،عمان 1999.
- حسين حجازي ، الموانئ والمراسي والملاجئ القديمة في ساحل القطر العربي السوري ، حمص ،1992.
- حسن سيد أحمد أبو العينين ، أصول الجيومورفولوجيا ، جامعة الإمارات ، مؤسسة الثقافة الجامعية ،1995.
- رياض قره فلاح ، الجغرافية الكمية والبرامج الإحصائية ، منشورات جامعة تشرين ، 2014-2015.
- عادل عبد السلام ،محمد إسماعيل الشيخ ،عبد الكريم شحادة حليمة ،الجغرافية الطبيعية لسوريا، منشورات جامعة تشرين 2003-2004.
- عادل عبد السلام ،محمد إسماعيل الشيخ ، عبد الكريم شحادة حليمة ، جغرافية سوريا الإقليمية، منشورات جامعة تشرين 2003.
- عبد الكريم شحادة حليمة ، جولييت سلوم ، جغرافية سوريا العامة ، منشورات جامعة تشرين،2013-2014.
- عبد المجيد فائد – دراسات في الأوقيانوسيا –دار النهضة العربية للطباعة والنشر –بيروت 1972.
- محمد أحمد محمد، الجيولوجيا الفيزيائية 2 "، منشورات جامعة تشرين، 2007-2008".
- محمد خميس الزوكة، جغرافية المياه ، جامعة الإسكندرية ، دار المعرفة الجامعية 1998.
- محمد صبري محسوب ،الجغرافية الطبيعية أسس ومفاهيم ، جامعة القاهرة ، دار الفكر العربي 1996.

- محمد عبد الله عيسى ،فواز الأزكي ،علم أشكال الأرض ،جامعة تشرين ،قسم الجيولوجيا 2009.

ثانياً : رسائل الماجستير و أطروحات الدكتوراه

- عبد الكريم حليمة ، إقليم الساحل السوري دراسة في جغرافية المياه ،أطروحة دكتوراه ،قسم الجغرافية ، جامعة دمشق :سوريا، 2001 .
- رامية وردة، دراسة بترولوجية للصخور البازلتية في بانياس ، رسالة ماجستير، قسم الجيولوجيا ، جامعة تشرين ، اللاذقية ، سوريا، 2010.
- محمد سعيد البارودي، منطقة الساحل السوري (دراسة جيومورفولوجية) ،اطروحة دكتوراه ، جامعة عين شمس ،القاهرة، 1984 .
- هشام لسكع ، دور نظم المعلومات الجغرافية في دراسة و تتبع تطور السواحل البحرية حالة الساحل المتوسطي الشرقي بالمغرب، إطروحة دكتوراه ، جامعة الحسن الثاني المحمدية ، الدار البيضاء ، المغرب، 2008 .
- مثقال السبيهي، دراسة بيولوجية لمياه الساحل السوري ، إطروحة ماجستير، جامعة تشرين، اللاذقية، 1994-1995.
- طارق محمد الكاشف ، نمذجة التغيرات المناخية في مصر ،إطروحة دكتوراه ، جامعة جنوب الوادي ، القاهرة ،2014 .

ثالثاً: الدوريات المحكمة:

- بهجت ابراهيم،، دراسة بعض ميزات وخصائص أمواج ومياه سطح البحر بالقرب من المعهد العالي للبحوث البحرية في مدينة اللاذقية (سوريا) ، مجلة جرش للبحوث والدراسات،المجلد العاشر ، العدد الأول 2005 .
- علي محمد الأسعد ،شريف بدر حايك ،غطفان عبد الكريم عمار ،"مساهمة في تقويم التيارات البحرية "، ندوة الدولية للمرافئ البحرية وحماية الشواطئ ، طرطوس.
- محمد رقية ، تكتونية لبنان والجزء الغربي من سوريا بتفسير الصور الفضائية ،مجلة علمية تصدرها الهيئة العامة للاستشعار عن بعد ،دمشق، العدد التاسع ،1997.
- محمود مصطفى ، الخصائص الجيوكيميائية لصخور الغابرو ،والدياباز في أفيوليت البسيط /شمال غرب سوريا ، أبحاث اليرموك- سلسلة العلوم الأساسية والهندسية – المجلد 19، العدد 2 ،2010 .

رابعاً: الجهات والمديريات العامة:

- الخريطة الجيولوجية لسوريا ،مقياس 1/50000،ترجمة يوسف شابو ،المذكرة الايضاحية لرقعتي اللاذقية وطرطوس، وزارة النفط والثروة المعدنية ، مديرية الجيولوجية ،اللاذقية، سوريا، 1988.
- المذكرة الايضاحية لرقعة طرطوس الجيولوجية، وزارة النفط والثروة المعدنية ، مديرية الجيولوجية ،اللاذقية، سوريا، 1988.
- المهمة الاستكشافية السورية الروسية المشتركة لشرق المتوسط ، بيانات المعهد العالي للأبحاث البحرية ، من 12 شباط إلى 11آذار 1992 م .
- الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، إدارة بحوث الموارد الطبيعية، مديرية الاحصاء والتخطيط، مشروع مسح الموارد الطبيعية والزراعية،2008.
- بعض نتائج سفينة االأبحاث الروسية في المياه الاقليمية السورية ، أديب سعد ،جامعة تشرين، قسم علوم البحار والبيئة، شباط – آذار 1992.
- بيانات المعهد العالي للأبحاث البحرية ، خصائص أمواج ومياه سطح البحر في مدينة اللاذقية (سوريا) ، 2005 .
- مشروع اعداد البلاغ الوطني الأول للتغيرات المناخية ، ترجمة محمد عيدو ، تأثير تغير المناخ المتوقع على الساحل السوري، حزيران 2008.
- مشروع المراقبة والإدارة لبيئة النهر الكبير الشمالي ، منيف بو حسون ، الهيئة العامة للاستشعار عن بعد ، 2013 .

- الدراسات المرجعية الأجنبية السابقة:

- Addo, K. A., Walkden, M., & Mills, J. T. (2008). Detection, measurement and prediction of shoreline recession in Accra, Ghana. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 63(5), 543-558.
- Dolan, R.; Hayden, B., and Heywood, J**.,(1978).** A new photogrammetric method for determining shoreline erosion. Coastal Engineering,p 2, 21–39.
- Galgano, F. A., & Douglas, B. C. (2000). Shoreline position prediction: methods and errors. Environmental Geosciences, 7(1),p 23-31.
- Armaroli, C., Ciavola, P., Balouin, Y., & Gatti, M. (2004). An integrated study of shoreline variability using GIS and ARGUS techniques. Journal of Coastal Research,p 473-477.
- Alesheikh, A. A., Ghorbanali, A., & Nouri, N. (2007). Coastline change detection using remote sensing. International Journal of Environmental Science & Technology, 4(1),p 61-66.
- Faour, G. (2008). Syrian Sea Level Rise Vulnerability Assessment 2000-2100, Enabling activities for preparation of Syria s initial national communication to the NFCCC, 15December.
- Faour, G., Fayad, A., & Mhawej, M. (2013). GIS-Based Approach to the Assessment of Coastal Vulnerability to Sea Level Rise: Case Study on the Eastern Mediterranean. Journal of Surveying and Mapping Engineering Dec, 1(3),p 41-48.
- Chand, P., & Acharya, P. (2010). Shoreline change and sea level rise along coast of Bhitarkanika wildlife sanctuary, Orissa: an analytical approach of remote sensing and statistical techniques. International Journal of Geomatics and Geosciences, 1(3).
- Chaaban , F. (2011). Using ArcGIS Modelbuilder and Aerial Photographs to Measure Coastline Retreat and Advance North of France, 16 March.
- Jana, A., Biswas, A., Maiti, S., & Bhattacharya, A. K. (2014). Shoreline changes in response to sea level rise along Digha Coast, Eastern India: an analytical approach of remote sensing, GIS and statistical techniques. Journal of coastal conservation, 18(3),p 145-155.
- Nandi, S., Ghosh, M., Kundu, A., Dutta, D., & Baksi, M. (2016). Shoreline shifting and its prediction using remote sensing and GIS techniques: a case study of Sagar Island, West Bengal (India). Journal of coastal conservation, 20(1), p61-80.